MBL/WHOI
0 0301 0015174 2

Color in Birds, Reptiles, amphibia, fishes, &c.
3d contribution

VERGLEICHEND-PHYSIOLOGISCHE STUDIEN.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

VON

Dr. C. FR. W. KRUKENBERG.

ZWEITE REIHE.

ZWEITE ABTHEILUNG.

MIT DREI HOLZSCHNITTEN UND DREI LITH. TAFELN.

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1882.

590.8
A94

Diese Studien erscheinen in zwanglosen einzeln käuflichen Abtheilungen, deren fünf eine Reihe bilden.

Erschienen sind bereits:

I. Reihe. I. Abtheilung. Mit vier Holzschnitten und zwei Tafeln. *M.* 6. — Inhalt: Der Mechanismus des Chromatophorenspieles. — Ueber den Verdauungsmodus der Actinien. — Weitere Studien über die Verdauungsvorgänge bei Wirbellosen. — Vergleichend-toxicologische Untersuchungen als experimentelle Grundlage für eine Nerven- und Muskelphysiologie der Evertebraten. — Die Curarewirkung an den Raupen von Sphinx Euphorbiae. — Bedenken gegen einige aus neueren Untersuchungen über den Gaswechsel bei Fischen und bei Wirbellosen gezogene Schlußfolgerungen.

II. Abtheilung. Mit zwei lithographischen Tafeln. *M.* 4. — Ueber Unterschiede der chemischen Bestandtheile von Organen ähnlicher Function bei Vertretern verschiedener Thierclassen. — Entwickeln die Spongien Ozon? — Ueber Reservestoffe. — Ueber thierische Farbstoffe und deren physiologische Bedeutung. — Ueber die Vertheilung des Wassers, der organischen und anorganischen Verbindungen im Körper wirbelloser Thiere.

III. Abtheilung. Mit zehn Holzschnitten und einer Tafel. *M.* 6. — Der Schlag der Schwingplättchen bei Beroë ovatus. — Ueber die Mechanik des Farbenwechsels bei Chamæleon vulgaris, *Cuv.* — Vergleichend-physiologische Beiträge zur Kenntniß der Respirationsvorgänge bei wirbellosen Thieren. — Ueber die Curare- und Strychninwirkung an Turris digitalis, Aequorea Forskalea und Carinarina hastata. — Bemerkungen zu der *Eimer*'schen Ansicht über den Ortswechsel der Rippenquallen. — Der Herzschlag bei den Salpen. — Die pendelartigen Bewegungen des Fußes von Carinaria mediterranea. — Ueber das Verhältniß der Leberpigmente zu den Blutfarbstoffen bei den Wirbellosen.

IV. Abtheilung. Mit vier lithographischen Tafeln. *M.* 5. — Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Luvarus imperialis *Raf.* — Einleitung. — I. Zur Anatomie und Histologie. Von Graf *Béla Haller.* — II. Das Auge. Von Dr. *E. Berger.* — III. Physiologisch-chemische Untersuchungen. Von *C. Fr. W. Krukenberg.*

V. Abtheilung. Mit einem Holzschnitt und drei Tafeln. *M.* 4. — Zur Kenntniß der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Erste Mittheilung. — Das Antheagrün. — Ueber einen blauen Farbstoff, welcher sich auf feucht gehaltenem Fibrin bildete. — Weitere Beiträge zum Verständniß und zur Geschichte der Blutfarbstoffe bei den wirbellosen Thieren. — Nachträge zu meinen vergleichend-physiologischen Untersuchungen über die Verdauungsvorgänge. — Die Farbstoffe der Federn. Erste Mittheilung.

II. Reihe. I. Abtheilung. Mit vier Holzschnitten. *M.* 6. — Inhalt: Der physiologische Vergleich. — Zur Kenntniß der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Zweite Mittheilung. — Beiträge einer Nervenphysiologie der Echinodermen. — Zur vergleichenden Physiologie der Lymphe, der Hydro- und Hämolymphe. — Zur Kritik der Schriften über eine sog. intracellulare Verdauung bei Cœlenteraten. — Weitere Untersuchungen zur vergleichenden Muskelchemie. — Totaler Albinismus bei Cucumaria Planci. — Die Farbstoffe der Federn. Zweite Mittheilung. — Ueber den Einfluß der Kohlensäure auf die Muskeln der Actinien und Medusen. — Kleinere Mittheilungen.

In *Carl Winter's Universitätsbuchhandlung* in ***Heidelberg*** sind neu erschienen:

Vergleichend-physiologische Vorträge

von

Dr. C. Fr. W. Krukenberg.

I. **Die Bedeutung der vergleichenden Methode für die Biologie.** gr. 8°. brosch. 1 M. 20 Pf.

II. **Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung.** gr. 8°. brosch. 1 M. 60 Pf.

☞ Diese Vorträge werden die Hauptgrundzüge einer vergleichenden Physiologie in den einzelnen für die gesammte Biologie wichtigeren Abschnitten gemeinverständlich behandeln. In den Anmerkungen wird die Literatur möglichst vollständig angegeben werden, so daß der Biologe einerseits eine Anschauung von den Resultaten und Tendenzen der vergleichenden Physiologie erhält, und der Fachmann anderseits zugleich die Mittel, sich über den Stand der Kenntnisse in einem Specialfach in kürzester Frist informiren zu können.

Die weiteren Hefte werden enthalten: **Die Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Nerven und Muskeln, der Circulations- und Respirationsvorgänge, der Bewegungserscheinungen** u. s. w.

Jedes Heft ist einzeln käuflich. Mit dem letzten Heft wird ein Gesammttitel und Inhaltsverzeichniss geliefert.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

VERGLEICHEND-PHYSIOLOGISCHE STUDIEN.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

VON

Dr. C. FR. W. KRUKENBERG.

ZWEITE REIHE.

DRITTE ABTHEILUNG.

MIT EINEM HOLZSCHNITT UND NEUN LITH. TAFELN.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1882.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Pigmente, ihre Eigenschaften, ihre Genese und ihre Metamorphosen bei den wirbellosen Thieren.

Erste Mittheilung.

Bei meinen Untersuchungen thierischer Farbstoffe war ich wiederholt auf Erscheinungen gestoßen, welche eine verhältnißmäßig rasche Veränderlichkeit gewisser Pigmente beim Aufbewahren, sei es in festem Zustande oder in Lösung, sei es unter Einfluß oder bei Abschluß des Lichtes, erschließen ließen; Umsetzungen fermentativer Art, langsam erfolgende Oxydations- oder Reductionsvorgänge schienen mir die Ursache der Unbeständigkeit vieler Farbstoffe zu sein. Diese Zersetzungen waren bei den Farbstoffanalysen kaum anders zu vermeiden als durch ein schnelles Operiren an lebensfrischem, wenn möglich an lebendem Materiale selbst.

Wollte ich der Frage nach der Pigmentbildung bei den Thieren überhaupt näher treten, so mußte ich mich deshalb nothwendig entschließen, alle zu den Farbstoffanalysen erforderlichen Apparate mit mir an's Meer zu nehmen; denn meine Ansicht, daß auch die vergleichende Physiologie der Pigmente in erster Instanz von den Meeresthieren auszugehen hat, wird wohl jeder begreiflich finden, der es für werth der Mühe hielt, sich in die mannigfaltigen Färbungen, in das abweichende Verhalten der vielen bereits bekannt gewordenen Farbstoffe meerbewohnender Formen einen Einblick zu verschaffen.

Daß ich mich auch dieses Mal wiederum nach Triest wandte, hat sowohl darin seinen Grund, daß mir dort durch die Zuvorkommenheit von Herrn Professor *Claus* und Herrn Professor *A. Vierthaler* die für meine beabsichtigten Versuche günstig situirten und vortheilhaft eingerichteten Institute zur Benutzung offen standen, als auch in den sicheren Erwartungen, welche ich an diese Reise in Hinsicht auf das Untersuchungsmaterial knüpfen konnte. Es lag mir keineswegs daran, ganz beliebige, nur möglichst zahlreiche Species auf ihre Farbstoffe zu prüfen, sondern wie allen meinen vergleichend-physiologischen Studien, so liegen auch diesen Untersuchungen wissenschaftlichere Gedanken leitend zu Grunde. Es waren ganz specielle, bislang so gut wie unberührt gebliebene Fragen von allgemein biologischer Bedeutung, welche sich mir im Gange meiner Studien aufgedrängt hatten, und über welche ich Aufklärung zu erhalten wünschte; zu ihrer Lösung bedurfte es aber auserwählter Objecte, und besonders die Spongien wie andere Cölenteraten, gewisse Würmer und Fische verdienten vor allem berücksichtigt zu werden. Nirgends aber wären so zahlreiche Vertreter von gerade diesen Thierclassen leichter zu erhalten gewesen als an der Adria.

Um meine Untersuchungen möglichst vollkommen ausführen zu können, versah ich mich mit einem großen Spectralapparate (von *Schmidt* und *Hœnsch*) und einem von *Desaga* gefertigten *Hermann*'schen Hämoskope (mit ausnehmend langem Tubus und großen Scheiben). Da ein Dunkelzimmer von mir in Triest nicht zweckentsprechend einzurichten war, konnte der Heliostat keine Anwendung finden, und ich blieb somit, was die Beleuchtung anbelangt, auf die Hülfsmittel angewiesen, welche Spiegel und Linsen zu leisten vermögen, unter dem blauen Himmel des Südens aber ziemlich entbehrlich sind. Bei sämmtlichen spectroskopischen Beobachtungen variirte ich mittelst Hämoskop sehr allmälig zwischen weiten Endabständen die Schichtendicke der Farbstoff-

lösungen, und ich habe auch nur die Spectren weiterhin berücksichtigt, welche an sehr hellen Tagen beobachtet und gezeichnet wurden. Eine Anzahl mitgebrachter Gewebsauszüge gestattete mir später auch hier in Heidelberg eine Anzahl von Nachuntersuchungen, zu denen alle Vorsichtsmaßregeln getroffen werden konnten, vorzunehmen, und welche vorzugsweise solche Farbstofflösungen betrafen, die, weil sie mehrere Pigmente enthielten, direct untersucht, einzelne Spectralbänder weniger bestimmt hervortreten ließen.

Mit Erfolg bediente ich mich zur Trennung verschiedener Farbstoffe der successiven Extraction der Gewebe mit ein und demselben (z. B. des Alkohols bei den Antheafarbstoffen) oder mit verschiedenen Lösungsmitteln, der Behandlung des Verdampfungsrückstandes einer speciellen Farbstofflösung mit anderen Flüssigkeiten und der von *Kühne*[1]) eingehender beschriebenen Verseifungsmethode mittelst siedender Natronlauge. Die ersteren Operationen wurden ausnahmslos in Triest an den frisch getödteten Thieren resp. an den frisch bereiteten Farbstofflösungen vorgenommen, die Verseifungen mußten dagegen auf eine spätere Zeit verschoben werden. Diese führte ich im physiologischen Institute zu Heidelberg aus und befolgte dabei streng *Kühne*'s Vorschriften, welche, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, oft unerwartete Aufschlüsse lieferten.

Bei Herstellung der Spectralzeichnungen, welche theils als Holzschnitte, theils als Lithographieen die früheren Abtheilungen dieser Studien begleiten, hielt ich mich vorwiegend und streng bei fixirter *D*-Linie an die Skala, weniger an die übrigen *Fraunhofer*'schen Linien. Da ich damals mit einem Apparate arbeitete, an welchem der absolute Abstand der *Fraunhofer*'schen Linien

[1]) Vgl. *Kühne*, *W.*, Ueber lichtbeständige Farben der Netzhaut. Untersuch. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. I, 1878, S. 341—369.
—, Beiträge zur Optochemie. Ibid. Bd. IV, 1882, S. 169—252.

sich nicht verändert, so ist es deshalb für die Beobachtungen als solche nicht, zwar (nur in wenigen Fällen) aber für die Erklärung derselben von Belang, daß, wie ich kürzlich zu meinem großen Bedauern entdeckte, auf den Spectralzeichnungen, welche den früheren Heften dieser Studien beigegeben sind, mit Ausnahme von Taf. I u. II der II. Abth. I. Reihe, die *Fraunhofer*'schen Linien im Roth falsch gedeutet wurden. Die Veranlassung zu diesem Irrthume ist die, daß ich einen schwachen Streifen zwischen *C* und *D* als die *C*-Linie ansprach. Um alle jene Zeichnungen, auf welchen durch eine nicht immer ganz exacte Ausführung auch ein oder die andere der übrigen Linien um etwa 1 oder 2 Theilstriche aus ihrer wahren Lage gerückt ist, vollkommen brauchbar werden zu lassen, bemerke ich hier, daß auf allen Spectraltafeln, wo *D* auf die Zahl 35[1]) fällt (I. Reihe, V. Abth., Taf. I, III u. Fig. 1 [S. 96], II. Reihe, I. Abth., Fig. 3 [S. 158] u. 4 [S. 182], II. Abth., Taf. III, Fig. 1 [S. 31], 2 [S. 65] u. 3 [S. 79]), die genaue Lage der übrigen *Fraunhofer*'schen Linien die folgende ist:

A	*a*	*B*	*C*	*D*	*E*	*b*	*F*	*G*
38	37.5	37	36.45	35	33.05	32.65	31.3	27.9.

Bei einer compilatorischen Behandlung der thierischen Farbstoffe wird sich später eine passende Gelegenheit bieten, jene Fehler aus den Zeichnungen vollständig eliminiren zu lassen. Vorläufig bitte ich, obigen Angaben bei Benutzung meiner früheren Spectralzeichnungen Rechnung tragen und auch die gleichzeitig damit hinfällig gewordene Erörterung auf S. 72 der II. Abth. II. Reihe dieser Studien berichtigen zu wollen. Der Text wird von diesen Versehen in nennenswerther Weise weiterhin nicht tangirt.

[1]) Auf Taf. 1 der III. Abth. ist *D* zwei Theilstriche nach links zu verschieben und im Uebrigen nur *C* zu streichen; *B* wird so *C*, und *a* wird *B*.

Es treten bei den folgenden ebenso wie bei meinen früheren Farbstoffuntersuchungen die spectralanalytischen Versuche in den Vordergrund; denn die Gewähr, welche diese für eine Uebereinstimmung resp. Verschiedenheit der Pigmente zu leisten vermögen, ist, wenn die Spectren geschickt modificirt und combinirt werden, so groß, daß keine andere Untersuchungsmethode sich mit der spectroskopischen, was die Sicherheit und die Genauigkeit der Resultate betrifft, irgendwie messen kann. Wo anderer Reactionen der Farbstoffe, ihres Verhaltens gegen Wärme und Licht überhaupt gedacht werden wird, erschienen mir die Mittheilungen dieser Versuche, ebenso wie bei meinen Arbeiten über die thierischen Gerüstsubstanzen, nur deshalb geboten, weil darin Eigenschaften sich offenbaren, welche als Unterscheidungsmerkmale von Bedeutung sind. Weder bei meinen Farbstoffanalysen, noch bei meinen Untersuchungen der thierischen Gerüstsubstanzen handelt es sich um ein sinnloses Tractiren der fraglichen Substanzen mit nur möglichst vielen Aggredientien oder um ein wirres Durcheinander beliebiger Reactionen.

Ueber die farbigen Zersetzungsproducte des Chlorochromins, des grünen Pigmentes in den Eiern von Siphonostoma diplochaïtos *Otto*.

(Hierzu Taf. I.)

Die in der ganzen Thierreihe weit verbreiteten, ja selbst bei Pflanzen nicht fehlenden gelben und rothen, in ihren optischen Eigenschaften mehr oder weniger übereinstimmenden Fettfarbstoffe (**Lipochrome**) bekunden, wie ich bereits früher dargelegt habe, sowohl durch ihr Verhalten gegen concentrirte Schwefelsäure und concentrirte Salpetersäure als auch durch ihr vergesellschaftetes Vorkommen eine chemische Zusammengehörigkeit. Es ist, wie ich gleichfalls schon hervorgehoben habe, bislang aber nicht möglich gewesen, weitere experimentelle Anhaltspuncte für diese Auffassung zu schaffen, denn es gelang eben nicht, die einzelnen Pigmente künstlich in einander überzuführen. Gegen diese Enttäuschung des Biologen, der anfänglich mit großen Erwartungen an die experimentelle Ueberführung der gelben Fettfarbstoffe in die rothen und der rothen in die gelben herantrat, contrastiren die Verfärbungen, welche man an vital sehr resistenten Pigmenten durch die gebräuchlichen chemischen Operationen leicht hervorzubringen vermag. Das grüne Ovarienpigment eines adriatischen Borstenwurmes, der Siphonostoma diplochaïtos, bietet von Farbstoffen thierischer Herkunft in dieser Hinsicht wohl das typischste Beispiel dar.

Wie sich bei Berücksichtigung der optischen und chemischen Verhältnisse leicht eruiren läßt, werden aus diesem grünen Farb-

stoffe, den wir weiterhin als **Chlorochromin** bezeichnen wollen, durch verschiedenartige chemische Manipulationen als Zersetzungsproducte bald ein Farbstoffgemisch, bald ein einheitlicher Farbstoffkörper in Lösung erhalten, welche wegen ihrer charakteristischen Spectren unser Interesse erregten und in ihren auffälligen, in die Augen stechenden Farben, die denen der Anilinfarbstoffe an Lustre nichts nachgeben, bis jetzt einzig in ihrer Art dastehen.

Unter dem Mikroskope bei starker Vergrößerung betrachtet, erscheinen die Eier der Siphonostoma dunkelgrün; ein anderes Pigment, welches für unsere Betrachtung von Belang sein könnte, verräth sich darin dem bewaffneten Auge nicht, und auch beim Eintrocknen behalten die Eier ihre grüne Farbe bei. Werden die dem lebenden Thiere frisch entnommenen Ovarien dagegen mit destillirtem Wasser übergossen, so schlägt ihre Farbe zuerst in ein Rothbraun um, welches später in ein Gelbbraun und zuletzt in ein Blaugrün übergeht. Viel rascher als die Eier wird dabei das Wasser grünspahnfarbig (blaugrün); aber auch das Wasser nimmt diese Farbe nicht zuerst an, der Farbstoff löst sich darin anfangs mit schön gelber Farbe, die Umfärbung geht jedoch so schnell von Statten, daß von dem wässrigen Auszuge der Ovarien nur ein blaugrünes Filtrat zu gewinnen ist.

Verreibt man die Ovarien mit Chloroform, so färbt sich das Chloroform gelb, und auch die Eier nehmen eine dunkelgelbe Farbe an. Mit Schwefelkohlenstoff in gleicher Weise behandelt, werden dagegen die Eier mehr gelbgrün, und der Schwefelkohlenstoff färbt sich rosagelb.

Eine äußerlich ähnliche Farbenveränderung wie durch Chloroform erfahren die Eier durch Alkohol; aber das gelbe alkoholische Extract zeichnet sich vor dem chloroformigen Auszuge durch seine intensiv grüne Fluorescenz aus und erinnert so auffallend an einen frisch bereiteten alkoholischen Auszug der Haut

von Holothuria Poli. Wahrscheinlich durch einen fermentativen Proceß dunkelt die alkoholische Lösung, besonders wenn dieselbe stärker wasserhaltig ist, bei längerer Berührung mit den Geweben, indem das Gelb in ein Braungelb übergeht, und auch die grüne Fluorescenz, entsprechend dem Fortschreiten der Umsetzung, sich vermindert, um schließlich ganz zu verschwinden. Glycerin, welches auf viele Farbstoffe, z. B. auf den rosafarbigen bei Hircinia variabilis und Bugula neritina, genau wie Wasser wirkt, verhält sich dem Chlorochromin gegenüber wie Alkohol, und Aether, der von den rothen und gelben Fettpigmenten den alkoholischen Lösungen gleich gefärbte Farbstoffsolutionen liefert, und deren Spectren auch mit denen der alkoholischen Lösungen vollkommen übereinstimmen, verändert das Chlorochromin genau so wie das Chloroform. Um die gelbe, grün fluorescirende alkoholische Lösung, welche aus dem Chlorochromin erhalten wurde, mit ähnlich gefärbten Farbstofflösungen sprachlich besser vergleichen zu können, empfiehlt es sich, das diese Färbung bewirkende Pigment besonders zu benennen, und ich schlage dafür den Namen **Uranochromin** vor. Die durch diese Bezeichnung angedeutete Aehnlichkeit in der Färbung zwischen dieser Farbstofflösung und dem Uranglase tritt am prägnantesten an dem Glycerinauszuge hervor, welcher noch weit mehr grün fluorescirend ist als die alkoholische Uranochrominlösung.

Was das spectroskopische Verhalten der durch die genannten Flüssigkeiten aus dem Chlorochromin gewonnenen Farbstofflösungen betrifft, so stellen sich in diesem Puncte nicht weniger bedeutende Abweichungen zwischen dem wässrigen und dem alkoholischen Auszuge heraus als zwischen den Farben beider Lösungen. Das wässrige Extract zeigt zwei Absorptionsbänder (Taf. I, 1), das alkoholische nur eins im Blau (Taf. I, 2); bei successiver Verstärkung der Flüssigkeitsschicht wird selbst bei beträchtlicher Schichtendicke in der alkoholischen Lösung kein weiteres Absorptionsband sicht-

bar. Das Glycerinextract der Ovarien (Taf. I, 16) zeigt gleichfalls nur das eine Band, welches der alkoholische Auszug (Taf. I, 2) aufweist, und die durch directe Extraction der frischpräparirten Ovarien mit Chloroform (Taf. I, 17), Aether und Schwefelkohlenstoff bereiteten Farbstofflösungen ließen keine abgegrenzte Bänder im Spectrum erkennen.

Als ich der Verfärbung gedachte, welche eine mit Wasser verdünnte alkoholische Lösung bei längerem Contacte mit den Eiern erfährt, deutete ich bereits an, daß diese Umwandlung fermentativer Natur zu sein scheine. Zu dieser Ansicht führte mich sowohl eine große Anzahl von Analogiefällen (wie z. B. die postmortalen melanotischen Verfärbungen der gelben Pigmente von Aplysina aërophoba, Aplysilla sulfurea, in der Haut von Holothuria Poli, in der hydrolymphatischen Flüssigkeit von Ascidia fumigata, in der Lymphe von Hydrophilus, Dytiscus, der Larve von Oryctes nasicornis etc.) als auch mehrere Erscheinungen, welche an den Auszügen der Siphonostomaeier leicht zu beobachten sind. So modificiren die Temperatur, längeres Verweilen und Eintrocknen der Ovarien an der Luft, vorherige Behandlung der Ovarien mit anderen Lösungsmitteln die Resultate ganz außerordentlich, und ich muß ausdrücklich hervorheben, daß die den verschiedenen Lösungsmitteln entsprechend verschieden gefärbten Farbstofflösungen, deren Färbung und spectroskopisches Verhalten im Vorhergehenden beschrieben wurde, nur dann sicher zu erhalten sind, wenn man die dem lebenden Thiere entnommenen Ovarien sofort der Extraction unterwirft. Auch diese Erfahrungen weisen darauf hin, daß die Ovarien von Siphonostoma kein Farbstoffgemisch enthalten, daß durch den Alkohol kein anderes in den Eiern präformirt vorhandenes Pigment (natürlich in veränderter Form) ausgezogen wird als durch das Wasser etc., sondern daß der grüne, durch Wasser, Alkohol, Chloroform etc. so leicht sich ver-

ändernde Farbstoff, das Chlorochromin, bei Behandlung mit verschiedenen Lösungsmitteln verschieden gefärbte Zersetzungsproducte liefert. Es scheint mir erforderlich, einige dieser Verhältnisse etwas näher zu betrachten.

Werden die Ovarien mit Alkohol behandelt, nachdem sie zuvor mit Wasser ausgelaugt sind, so färbt sich der Alkohol grasgrün, und das Spectrum dieser Lösung (Taf. I, 3), welches bei schwächerer Concentration ein Band im Blau (genau so gelagert wie der Streifen im Spectrum der direct gewonnenen gelben alkoholischen Lösung [Taf. I, 2]) zeigt, ist bei stärkerer Schichtendicke durch ein Band im Roth charakterisirt.

Trägt man die dem lebenden Thiere rasch entnommenen Ovarien in kochendes Wasser, so färbt sich letzteres sofort blaugrün, die Gewebe dagegen gelbbraun. Die Färbung ist demnach in diesem Falle die gleiche als bei der kalten Extraction, die Spectren beider Farbstofflösungen sind aber durchaus verschieden; denn während in dem Spectrum des kalt angefertigten wässrigen Auszuges (Taf. I, 1) zwei Bänder scharf unterscheidbar sind, ist das Spectrum des siedend heiß bereiteten wässrigen Auszuges (Taf. I, 4) frei von Absorptionsstreifen. Es weist dieses verschiedene Verhalten darauf hin, daß der erstere Auszug ein Farbstoffgemisch enthält, und daß die beiden Absorptionsbänder seines Spectrums vielleicht auf ein anderes Pigment bezogen werden müssen als auf das blaugrüne, welches ohne Beihülfe des Spectroskopes sich allein bemerkbar macht. Von den anderweitigen Unterschieden, welche sich zwischen den bei gewöhnlicher und den bei Siedetemperatur angefertigten Auszügen geltend machen, und welche sich in einem verschiedenen optischen Verhalten der Lösungen nach Zusatz von Reagentien zu erkennen geben, werden wir später einen Fall noch ausführlicher betrachten.

Auch das Eintragen in siedenden Alkohol ist von einem ganz andern Erfolg begleitet als wenn die Ovarien mit Alkohol bei

gewöhnlicher Temperatur extrahirt werden. Das siedend heiß bereitete alkoholische Absud ist grasgrün gefärbt und unterscheidet sich so durch seine Färbung schon äußerlich sehr von dem bei einer weit niedrigeren Temperatur (20—25° *C.*) angefertigten Auszuge. Noch auffälliger ist allerdings die Verschiedenheit im spectroskopischen Verhalten beider Lösungen; denn das Spectrum des kalt bereiteten alkoholischen Auszuges zeigt nur ein einziges Band im Blau (Taf. I, 2), das des siedend heiß bereiteten außer diesem noch zwei breite Streifen um *C* und hinter *D* (Taf. I, 5).

Ueber das Verhalten von Alkalien und Säuren den kalt angefertigten wässrigen, alkoholischen und chloroformigen Auszügen gegenüber habe ich folgende Beobachtungen angestellt:

Kalilauge fällt den Farbstoff resp. das Farbstoffgemisch aus der wässrigen Lösung mit dunkelblauer Farbe. Dieser Niederschlag ist unlöslich in Chloroform und Terpentinöl, läßt sich auch durch Auswaschen mit Wasser von dem zur Fällung angewandten Alkali leicht befreien und sich dann in Alkohol lösen. Diese alkoholische Lösung zeichnet sich durch eine schön blaue (richtige meerblaue) Färbung aus, und ihr Spectrum (Taf. I, 8) zeigt, frisch untersucht, ein Absorptionsband bei *D*, dessen Lage sich bei längerer Aufbewahrung der Flüssigkeit, oft schon nach 24 Stunden, ändert, indem sich dasselbe alsdann um ein sehr Bedeutendes gegen das rothe Ende des Spectrums hin verschiebt (Taf. I, 10); trotz dieses spectroskopischen Wechsels bleibt jedoch die Färbung der Flüssigkeit das ursprüngliche gesättigte Blau.

Der gelbe, grün fluorescirende alkoholische Auszug der Ovarien färbt sich auf Zusatz von Ammoniak oder von Kalilauge grasgrün, eine Farbstofffällung entsteht darin aber nicht. Die Farbe der Flüssigkeit erinnert an die einer aus Grasblättern bereiteten alkoholischen Chlorophylllösung; ihr Spectrum zeigt jedoch kein Absorptionsband.

Nach Essigsäurezusatz erscheint die Farbe des blaugrünen

Wasserextractes der Ovarien dem Auge nur reiner blau und heller, einen Farbstoffniederschlag bewirkt die Säure nicht. Aber nicht nur in der äußern Färbung, sondern auch spectroskopisch gleicht diese Flüssigkeit (vgl. Taf. I, 6) vollkommen der alkoholischen Lösung des blauen Farbstoffkörpers, welcher aus dem alkoholischen Auszuge der Ovarien durch Kalilauge niedergeschlagen wurde, und ich glaube um so mehr, die auf so verschiedenen Wegen erhaltenen Spaltungsproducte als identisch bezeichnen zu dürfen, als auch der durch Alkali aus dem alkoholischen Auszuge der Eier gefällte blaue Farbstoff von essigsäurehaltigem Wasser mit blauer Farbe gelöst wird und spectroskopisch sich alsdann genau so wie seine alkoholische Lösung verhält. Diesen Farbstoff, welcher, wie wir später erfahren werden, auch noch auf andere Weise aus dem Chlorochromin darzustellen ist, bezeichne ich als **Cyanochromin.**

Uebergießt man die Ovarien direct mit essigsäurehaltigem Wasser, so wird das Wasser gelb, später bisweilen (besonders dann, wenn die Ovarien zuvor längere Zeit trocken an der Luft gelegen haben) rothbraun. Ein Bandenspectrum zeigt aber keine dieser beiden Farbstofflösungen; von der rothbraunen Flüssigkeit werden bei stärkerer Concentration nur noch die rothen Strahlen des Spectrums unabsorbirt hindurchgelassen.

Sehr abweichend von dem kalt bereiteten wässrigen Auszuge verhält sich der, zwar gleichfalls blaugrün gefärbte, der durch Eintragen der Ovarien in siedendes Wasser gewonnen wurde. Setzt man diesem viel Essigsäure zu, so färbt sich derselbe dunkel violett, zeigt eine intensiv blaue Fluorescenz, aber ein markirtes Absorptionsband vermochte ich im Spectrum dieser Flüssigkeit nicht aufzufinden.

Der kalt bereitete alkoholische Auszug der Ovarien färbt sich beim Ansäuern mit Essigsäure rothbraun. Das Spectrum der Lösung weist kein deutlich umschriebenes Absorptionsband

auf, nur bei einer gewissen Schichtendicke werden Andeutungen eines Bandes sichtbar, welches ähnlich wie das in einer alkoholischen Uranochrominlösung gelagert ist (Taf. I, 9). Durch Kalilauge nimmt die Flüssigkeit eine grüngelbe Farbe an, und auch das Spectrum dieser Farbstofflösung ist frei von Streifen. Allem Anscheine nach enthält die Lösung genau denselben Farbstoffkörper wie der alkoholische Auszug der Eier, der direct mit Kalilauge versetzt wurde.

Wird dem alkoholischen Auszuge von Ovarien, welche vorher mit Wasser extrahirt wurden, Essigsäure zugesetzt, so resultirt ein rothbraun gefärbtes Filtrat, welches eine prachtvoll violette Fluorescenz besitzt. Ein breites Absorptionsband um *D* charakterisirt das Spectrum dieser Flüssigkeit (Taf. I, 7).

Die grasgrüne Lösung, welche durch Eintragen der Ovarien in siedenden Alkohol gewonnen wurde, nimmt nach Essigsäurezusatz eine schmutzig violette Färbung an, die beiden Streifen am rothen Ende des ursprünglich dreibänderigen Spectrums (cf. Taf. I, 5) behalten nach dem Säurezusatz und nach eingetretener Verfärbung aber noch auffallend lange ihre anfängliche Lage bei.

Wie ich bereits angegeben habe, erhält man beim Behandeln der Ovarien mit Chloroform eine gelbe Farbstofflösung, welche kein Bandenspectrum aufweist. Beim Ansäuern mit Essigsäure wird die Färbung dieser Flüssigkeit eine etwas dunklere gelbe, das Spectrum verändert sich nicht, und es entsteht auch selbst dann, wenn die Säure durch reichlichen Zusatz von Kalilauge stark überneutralisirt wird, weder eine Fällung noch ein Farbenumschlag.

Wird einem kalt bereiteten wässrigen Auszuge der Ovarien tropfenweise concentrirte Schwefelsäure beigemischt, so wird die Flüssigkeit anfangs schön blau und zeigt die spectroskopischen Eigenschaften einer Cyanochrominlösung (s. Taf. I, 11). Nach reichlicherem Säurezusatz schlägt die Farbe in ein Violettroth.

bei unvorsichtigem Operiren in ein Rothbraun um; die Spectren dieser beiden Farbstofflösungen weisen keine Absorptionsbänder auf. Einem äußerlich ähnlichen Farbenwechsel unterliegt eine alkoholische Cyanochrominlösung (sei es, daß diese dargestellt wurde durch Auflösen des blauen Niederschlages, den Kalilauge in dem kalt bereiteten wässrigen Auszuge der Ovarien hervorruft, in Alkohol oder durch Alkalisiren des mit Essigsäure angesäuerten, kalt bereiteten alkoholischen Auszuges, sei es, daß ihr Spectrum das Absorptionsband in seiner ursprünglichen Lage oder weit mehr in's Roth gerückt zeigt), wenn ihr concentrirte Schwefelsäure zugesetzt wird. Die Farbe der Flüssigkeit wird zuerst intensiv violett; ihr Spectrum (Taf. I, 13) ist in diesem Stadium der Säureeinwirkung mit dem des violettrothen Farbstoffes, welchen der wässrige Auszug der Ovarien nach reichlicherem Schwefelsäurezusatze enthält, aber keineswegs identisch. Fährt man mit dem Zusetzen der Säure fort, so verschwindet das Band im Spectrum, die Flüssigkeit färbt sich unansehnlich rosa, und schließlich verblaßt auch dieser Farbenton mehr und mehr.

Wird der kalt bereitete alkoholische Auszug der Ovarien mit concentrirter Schwefelsäure versetzt oder auf concentrirte Schwefelsäure geschichtet, so schlägt dessen Farbe in's Kirschrothe um. Durch ihre Farbe sowie durch ihre intensiv violette Fluorescenz erinnert diese Flüssigkeit sehr an den mit Essigsäure angesäuerten, kalt bereiteten alkoholischen Auszug von Ovarien, welche zuvor mit Wasser ausgelaugt wurden. Obgleich die Spectren beider Flüssigkeiten (cf. Taf. I, 7 u. 12) von mir etwas verschieden gefunden wurden, so möchte ich doch ohne weitere controlirende Versuche die Möglichkeit nicht gerade negiren, daß sich in beiden thatsächlich ein und derselbe Farbstoff in Lösung befindet.

Ich habe mich im Vorhergehenden meist darauf beschränkt,

die prägnantesten Farbenumwandlungen zu beschreiben, welche der alkoholische und der wässrige Auszug des Siphonostomaovariums bei verschiedener Behandlung mit den Lösungsmitteln, durch verschiedene Reagentien erfährt. Die Mittheilung meiner weiteren Beobachtungen über die Veränderungen, welche das Chlorochromin bei Behandlung mit anderen Substanzen erleidet, würde vorläufig fruchtlos sein, denn zu einer Bestimmung der Gründe, weshalb in diesem Falle die Flüssigkeit blau, weshalb sie in jenem gelbgrün, gelb, roth, violett oder blaugrün wird, gelangte ich durch meine Versuche nicht, und die denkbar reinsten Töne der Farbenskala, welche mehr oder weniger vollkommen sich bei diesen Versuchen immer wieder ergeben, haben schon im Vorstehenden Revue passirt.

Obschon bei so wandelbaren Farbstoffkörpern, wie es das Chlorochromin und seine ersten, von ihm abweichend gefärbten Zersetzungsproducte sind, ein Operiren an trockenen Farbstoffen, welche durch Abdampfen der Lösungen gewonnen sind, als nicht beweiskräftig zu vermeiden sein wird, obschon meine Versuche, das Uranochromin der alkoholischen Lösung in das blaugrüne Pigment des wässrigen Auszuges der Eier überzuführen, fehlschlugen, und ich das Ergebniß des in umgekehrter Weise angestellten Versuches zu notiren versäumt habe, so halte ich mich dennoch für überzeugt, daß nur ein bei der Behandlung der Gewebe mit Wasser und Alkohol in Frage kommender Farbstoff in den Eiern vorgebildet ist, das Chlorochromin, und führe als Gründe für diese Annahme an: 1) den mikroskopischen Befund, 2) die Beeinflussung des Resultates durch die Temperatur sowohl bei der Extraction der Ovarien mit Wasser als bei der Extraction mit Alkohol, 3) den Einfluß der Behandlung der Gewebe mit Wasser auf die nachfolgende Extraction mit Alkohol, 4) den mehr als chamäleonenartigen Farbenwechsel, welchen sowohl der wässrige wie der alkoholische Auszug durch verschiedene Reagentien er-

fährt, und 5) die Bildung des Cyanochromins sowohl aus dem blaugrünen wässrigen wie aus dem gelben alkoholischen Auszuge.

Schließlich will ich auch nicht unterlassen, ganz besonders zu betonen, daß mich zu der Ansicht, es spiele bei den anfänglichen verschiedenen Färbungen, welche die Extractionsmittel in Berührung mit den Ovarialgeweben annehmen, ein fermentativer Stoff eine wesentliche Rolle, vorzugsweise der Umstand veranlasst, daß der mehr oder weniger lebensfrische Zustand der Eier das Resultat in unverkennbarer Weise beeinflußt. Inwiefern jedoch bei diesem Vorgange äußere Factoren (Austrocknen der Gewebssäfte, Veränderung der Reaction, Sauerstoffzutritt oder Sauerstoffmangel) mitwirken, vermochte ich bislang nicht zu entscheiden, und die Lösung dieser Frage wird voraussichtlich auch auf große experimentelle Schwierigkeiten stoßen.

Anhang.

Andere lebhaft gefärbte Pigmente der Siphonostoma.

Der Körper der Siphonostoma diplochaïtos birgt außer dem Chlorochromin noch eine Anzahl anderer merkwürdiger Farbstoffe; unter diesen befindet sich auch das Chlorocruorin, auf welches ich schon bei anderer Gelegenheit[1]) hingewiesen habe.

Ich kann nach meinen neueren Untersuchungen die Ansicht *Ray Lankester's* nicht mehr theilen, dergemäß das Chlorocruorin ein Respirationsstoff nach Art des Hämoglobins oder des Hämocyanins ist; denn eine Ueberführung desselben in *Ray Lankester's* Erythrocruorin ist mir an der alkalisch reagirenden, chlorocruorinhaltigen Hämolymphe weder von Spirographis Spallanzanii

[1]) Blutfarbstoffe der Würmer. Vgl.-physiologische Studien, I. Reihe, III. Abtheilung, 1880, S. 79—82 und Vgl.-physiologische Vorträge, Heft 1 1882, S. 21 u. 22.

noch von Siphonostoma diplochaïtos durch Zusatz von Schwefelammonium irgend einmal gelungen. Das Spectrum der grünen Hämolymphe (Taf. I, 18) blieb nach dem Schwefelammoniumzusatze viele Stunden lang ganz unverändert, nur wegen der gelben Färbung der Zusatzflüssigkeit erschien ihre Farbe vertieft und in Gelbgrün verwandelt. Die abweichenden Angaben *Ray Lankester's* kann ich mir nur dadurch erklären, daß derselbe den Dichroïsmus der Chlorocruorinlösung nicht genügend beachtete und so zu der Annahme einer oxydirten grünen (Oxychlorocruorin) und einer reducirten rothen (Erythrocruorin) Modification des Chlorocruorins gelangte, daß derselbe fernerhin auch bei Bestimmung der Spectralbänder des Chlorocruorins den Concentrationsgrad der Flüssigkeit nicht hinreichend berücksichtigte und daher bald zwei Bänder, welche nach ihm für das Oxychlorocruorin bezeichnend sind, bald aber nur einen Streifen, der dem Erythrocruorin entsprechen soll, wahrnahm. Eine spontane Zersetzung durch Sauerstoffabgabe und eine damit verbundene Regeneration aus dem Desoxydationsproducte durch Sauerstoffzufuhr — wie wir solche von dem Hämoglobin, Hämerythrin, Hämocyanin und dem Bugulapurpur kennen — erfährt die chlorocruorinhaltige Hämolymphe nach tagelanger oder sogar (durch Thymolzusatz vor Fäulniß geschützt) nach wochenlanger Aufbewahrung gleichfalls nicht.

In der chlorocruorinhaltigen Hämolymphe wird der Farbstoff durch viel Ammoniak zersetzt, durch Essigsäure als fast farblose (Spirographis) oder als bräunliche Flocken (Siphonostoma) gefällt und auch durch Alkohol aus seiner Lösung niedergeschlagen. Die durch Essigsäure oder durch Alkohol erzeugten, in Wasser suspendirten Niederschläge weisen kein Streifenspectrum auf. Regeneriren läßt sich das Chlorocruorin nach diesen Eingriffen nicht. Durch starke Salpetersäure wird die Hämolymphe heller grün, durch concentrirte Schwefelsäure gelbbraun.

Die Färbekraft des Chlorocruorins ist eine sehr bedeutende und nur auf einer Verunreinigung des Darmsecretes durch den grünen Inhalt der Darmgefäße beruht meine frühere Angabe[1]), daß bei Siphonostoma „im Mitteldarme die Farbe des Secretes eine grüne ist".

Der völlig reine, durch Nahrungsstoffe nicht verunreinigte Darmsaft ist bei Siphonostoma röthlich bis orange gefärbt; die Lage der beiden Absorptionsbänder seines Spectrums (Taf. I, 23) habe ich ziemlich genau zu bestimmen vermocht — möglicherweise könnte jedoch das zweite, sehr undeutliche Band unter günstigen Beobachtungsverhältnissen um etwa 5 Theilstriche unserer Skala dem blauen Ende des Spectrums näher gerückt erscheinen, als ich es gelagert sah —, nicht gelang es mir, über die Reaction des Darmsaftes klar zu werden, denn da neutrales Lackmus von dem Secrete bis auf einen schwach röthlichen Farbenton gebleicht wird, so bin ich im Ungewissen, wie die blaue Randzone zu beurtheilen ist, welche das Lackmuspapier außerhalb des Secrettropfens constant annimmt.

Von dem, im Darmsafte gelösten rothen Pigmente weicht in seinen Reactionen der rothe Farbstoff des Darmrohres erheblich ab. Dieser verhält sich gegen Lösungsmittel wie die bekannten rothen und gelben Fettfarbstoffe der Wirbelthiere und färbt sich wie diese mit concentrirter Salpetersäure und concentrirter Schwefelsäure blau. Das Spectrum des orangenen alkoholischen Darmauszuges (Taf. I, 21) ließ mir ein undeutliches Absorptionsband vor F erkennen, welches im Spectrum der orangerothen Schwefelkohlenstofflösung (Taf. I, 22) schärfer hervortrat, aber hier nicht sichtlich anders gelagert war als im Spectrum der alkoholischen Lösung. In seinen Reactionen und seinem spectroskopischen Ver-

[1]) *Krukenberg*, Ueber die Enzymbildung in den Geweben und Gefäßen der Evertebraten. Unters. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. II, S. 358.

halten stimmt der rothe Farbstoff des Siphonostomadarmes noch am meisten mit dem Rhodophan überein; die Lage des einen Absorptionsbandes in den Spectren beider Farbstofflösungen wurde, wenn schon nur wenig verschieden, so aber doch nicht vollkommen gleich gefunden[1]).

Der Inhalt der sogenannten grünen Drüse, welcher, wie ich[2]) früher berichtete, an Eiweißstoffen eine energisch isotryptische Wirkung äußert, besitzt ebenso wie das Lebersecret der Aphrodite aculeata einen der Wirbelthiergalle ähnlich bittern Geschmack. Bei Siphonostoma zeigt diese Flüssigkeit, deren Reaction nicht zu ermitteln war, denselben Dichroïsmus wie die chlorocruorinhaltige Hämolymphe; je nach der Art, wie man die Flüssigkeit beschaut, erscheint dieselbe tief smaragdgrün oder blutroth. Das Spectrum dieses sogenannten Secretes (Taf. I, 19), welches auch nach Alkalizusatz unverändert bleibt, scheint mit dem der chlorocruorinhaltigen Hämolymphe ebenfalls vollkommen identisch zu sein; es zeigt die beiden Absorptionsbänder des Chlorocruorins und nur über die Deutung seines dritten Streifens könnte ein Zweifel bestehen. Da ich nun aber auch in der Hämolymphe von Spirographis Spallanzanii früher[3]) drei Spectralbänder mit Sicherheit unterscheiden konnte, mir so große Quantitäten von der chlorocruorinhaltigen Gefäßflüssigkeit wie damals jüngst jedoch nicht zu Gebote standen, so möchte ich, zumal im Hinblick auf die intensive Färbung des Inhalts der grünen Drüse, weit mehr zu der Ansicht neigen, daß im Spectrum concentrir-

[1]) Vgl. *Kühne, W.*, Ueber lichtbeständige Farben der Netzhaut. Untersuch. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. I, 1878, S. 341—369 und Taf. V.

—, Beiträge zur Optochemie. Ibid. Bd. IV, 1882, S. 169—249 und Taf. V.

[2]) Ueber die Enzymbildung etc., l. c., S. 358.

[3]) Zur vergl. Physiologie der Lymphe etc. Vergl.-physiol. Studien, II. Reihe, I. Abth., 1882, S. 108 u. 109.

terer reiner Chlorocruorinlösungen nicht zwei, sondern drei Absorptionsstreifen gesehen werden müssen, als zu glauben, daß das sogenannte Secret der grünen Drüse ein vom Chlorocruorin verschiedenartiges Pigment oder Chlorocruorin mit einem anderen, durch das dritte Absorptionsband gekennzeichneten Farbstoffe gemischt enthält.

Als ich die Verdauungsverhältnisse bei Siphonostoma diplochaïtos bekannt gab, schob ich über die grüne Drüse dieses Borstenwurmes folgende Bemerkungen ein[1]): „Die Einmündungsstelle der Drüse in den Darm ist mir unbekannt geblieben; auch bin ich im Ungewissen darüber, ob das Secret mit seiner ursprünglichen grünen Farbe in die Verdauungsampulle gelangt, wenn schon die Ansicht allgemein verbreitet ist, daß der Drüsengang neben den Ausgangsöffnungen der sogenannten Speicheldrüsen in den Oesophagus mündet. Die Befunde, welche mich in diesem Puncte ungewiß machen, sind folgende: Das Secret der Drüse war bei allen von mir untersuchten (über hundert) Exemplaren intensiv grün gefärbt, während der Vorderdarm eine intensiv chamois und der flüssige Inhalt desselben constant eine röthliche Färbung zeigte. Weder gemischt mit dem Secrete der sogenannten Speicheldrüsen, noch auf Zusatz von Säuren oder Alkalien[2]) schlägt die Farbe des Secretes der grünen Drüse in eine röthliche um, wie sie der flüssige Vorderdarminhalt besitzt.“ Jetzt, wo wir außerdem wissen, daß die Flüssigkeit in der soge-

[1]) Ueber die Enzymbildung etc., l. c., S. 357 u. 358.

[2]) Irrthümlich ist in meinen „Vergl.-physiol. Studien“ (I. Reihe, III. Abth., 1880, S. 79) die Bemerkung, daß das Secret der grünen Drüse durch einen Zusatz von 0.2%iger Salzsäure nach einstündiger Digestion des Gemisches bei 40° C. in das rothe Pigment des Darmsaftes umgewandelt werde. Wie schon die dort citirte Angabe aus einer meiner früheren Abhandlungen lehrt, handelte es sich dabei um die Ueberführung des röthlichen Darmsaftfarbstoffes in den orangerothen der Darmwandung und nicht um den des Secretes der grünen Drüse in ersteren.

nannten grünen Drüse ebenso wie das Lebersecret anderer Borstenwürmer stark bitter schmeckt und einen Farbstoff enthält, der aller Wahrscheinlichkeit nach reines Chlorocruorin ist, werden die angeregten Fragen vor der Hand nur noch schwieriger zu lösen sein. Mir ist es aus den angeführten Gründen jedenfalls höchst unwahrscheinlich, daß das sogenannte Secret der grünen Drüse direct in den Darm gelangt, denn es steht — falls diese sogenannte Drüse nicht nur ein hämolymphatisches Reservoir ist — viel eher zu vermuthen, daß das in Frage stehende Organ eine Drüse ohne Ausführungsgang darstellt, welche einerseits den hämolymphatischen Farbstoff[1]), anderseits die enzymatischen und andere Gallenbestandtheile bildet und erstere der Hämolymphe direct zustellt, letztere dagegen von den Darmzellen resorbiren und von diesen erst in's Darmlumen secerniren läßt.

[1]) Schon *C. Kupffer* (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XIV, S. 337) dachte an ein sog. blutbereitendes Organ bei Würmern, zu dessen Annahme ihm zwar nur histologische Befunde bei den Rüsselegeln veranlaßten.

Ueber die Floridine.

(Hierzu Taf. II.)

Als Floridine bezeichne ich eine Classe von Pigmenten, deren Färbung zwischen violett und purpurroth schwankt, und welche, trotzdem sie mit rothen Florideenfarbstoffen, deren Vorkommen auch bei Spongelia pallescens von *F. E. Schulze*[1]) nachgewiesen wurde, charakteristische Reactionen gemeinsam haben[2]), meiner Ansicht nach doch thatsächlich thierischer Herkunft sind. Alle diese Farbstoffe sind in Wasser und Glycerin löslich, unter Sauerstoffabgabe meist Zersetzungen unterworfen, bei welchen sie in Chromogene übergehen, aus denen sie durch Vermittlung von Fermenten unter Sauerstoffaufnahme zu regeneriren sind. In Alkohol, Aether, Chloroform, Benzin, Schwefelkohlenstoff und auch in fetten (Mandelöl) wie ätherischen Oelen (Terpentinöl)

[1]) *Schulze, F. E.*, Unters. über den Bau und die Entwicklung der Spongien. VI. Mitth. Die Gattung Spongelia. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 32, 1879, S. 147—49.

[2]) Der Eindruck, den die Lösungen der rothen Florideenfarbstoffe und der Floridine auf das bloße Auge machen, kann ein sehr ähnlicher sein; auch das Verhalten der Farbstoffe verschiedenen Lösungsmitteln gegenüber bietet viel Uebereinstimmendes. Die Spectren z. B. des rothen Farbstoffes bei Bugula und Hircinia sowie die Widerstandsfähigkeit der wässrigen Lösungen einiger dieser Pigmente gegen eine Erwärmung auf 100° C. lassen jedoch auf eine immerhin große Verschiedenartigkeit der meisten bekannt gewordenen Floridine von den rothen Florideenfarbstoffen, speciell von dem Phykoerythrin (*Kützing's* und *Cohn's*), schließen, vorausgesetzt daß nicht auch unter diesen Algen größere specifische Farbstoffverschiedenheiten existiren, als sie bislang durch die Untersuchungen von *Kützing*, *F. Cohn*, *Askenasy*, *Rosanoff* und *Pringsheim* aufgedeckt wurden.

sind sie dagegen unlöslich, ohne aber durch diese Flüssigkeiten zerstörbar zu sein. Die Floridine widerstehen z. Th. auch einer Temperaturerhöhung von über 100° *C.* und sind für die vergleichende Physiologie wegen ihres ganz vereinzelten Vorkommens bei nur wenigen Species, aber bei Vertretern sehr entfernt stehender Thierclassen von ausnehmend großer Bedeutung. Ich rechne zu den Floridinen den Rosafarbstoff der Hircinia variabilis und anderer Salzwasserspongien (gewisser Spongelia- und Renieraarten), den kirschrothen Farbstoff von Reniera purpurea *mihi*, den purpurfarbigen in Bugula neritina, das Hämerythrin in den hämolymphatischen Körperchen bei Sipunculus nudus und anderen Gephyreen[1]).

a) Das röthliche Pigment in Zellen der Ectocyste bei Bugula neritina.

Bei meinem diesjährigen Aufenthalte in Triest machte mich auf der dortigen K. K. Zoologischen Station Herr Stud. *Richard Cohn* aus Wien auf die intensiv purpurne Färbung aufmerksam, welche eine dunkelbraune Bryozoënspecies, Bugula neritina, bei ihrem Absterben dem Meerwasser ertheilt. Ich überzeugte mich bald, daß die nämliche Farbstofflösung noch reiner und einfacher zu erhalten ist, wenn man diese Byozoënspecies mit Süßwasser, am besten mit destillirtem Wasser übergießt, daß eine ähnlich gefärbte Lösung aber weder durch Alkohol, Aether, Benzin und Schwefelkohlenstoff, noch durch Oliven- oder Terpentinöl, sondern nur noch durch Glycerin aus der Bugula gewonnen werden kann, und daß bei Lichtabschluß getrocknete, längere Zeit in Alkohol, Chloroform, Terpentinöl etc. conservirt gehaltene Bugulen an Glycerin wie an Wasser noch reichliche Mengen des

[1]) Vgl. *Krukenberg,* Vgl.-physiol. Studien, I. Reihe, III. Abth., S. 82 ff. und II. Reihe, I. Abth., S. 111, Anm. 1.

Purpurfarbstoffes je nach der vorausgegangenen Behandlung der Gewebe in mehr oder weniger reinem Zustande abgeben. Wie die von Herrn *R. Cohn* ausgeführte mikroskopische Untersuchung lehrte, findet sich bei Bugula neritina der röthliche Farbstoff in verästelten Zellen, welche unter der äußern Deckschicht liegen und als Cutiszellen aufzufassen sein werden, diffus vertheilt.

Von besonderem Interesse sind die, je nach der Concentration, rosa, purpurn oder tief purpurroth gefärbten wässrigen Lösungen dieses Farbstoffes deshalb, weil dieselben sich beim Aufbewahren (ungleich schneller am Lichte als im Dunkeln) verhältnißmäßig rasch bis auf einen schwach gelblichen Ton entfärben, durch Schütteln mit Luft aber ihre ursprüngliche Farbe wiedererhalten. Die Vergilbung beginnt stets in den Schichten der Flüssigkeit, welche am leichtesten des Sauerstoffs verlustig werden (also gewöhnlich in den untersten Schichten der Flüssigkeitssäule), und an der mit der Luft in nächster Berührung stehenden Flüssigkeitsoberfläche erhält sich die Röthe am längsten. Während durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas oder durch Zusatz von Schwefelammonium das purpurrothe Bugulaextract sogleich entfärbt wird, und der Farbstoff alsdann auch nicht zu regeneriren ist, haben indifferentere Gase keinen bemerkbareren Einfluß auf die Färbung. Es bedarf jedenfalls einer sehr geringen Sauerstoffzufuhr, um aus dem unter Sauerstoffverlust entstandenen gelblich gefärbten Chromogene den Purpur zu regeneriren, und so erklärt es sich wohl, daß man nicht nur durch Einleiten von Kohlensäure oder von Wasserstoff in den purpurfarbigen, wässrigen Auszug keine Entfärbung, sondern durch das Einleiten dieser Gase in eine vergilbte wässrige Lösung des Farbstoffes sogar dessen theilweise Regeneration erzielt.

Die beiden Absorptionsbänder zwischen *D* und *E* und zwischen *b* und *F*, welche das Spectrum der wässrigen Lösung des Bugulapurpurs (Taf. II, 1) aufweist, verschwinden bei ihrem Ver-

gilben vollständig, erscheinen aber sofort wieder, wenn die Flüssigkeit durch Schütteln mit Luft ihre ursprüngliche Purpurfärbung zurückempfangen hat. An frisch bereiteten wässrigen Auszügen erfolgt die Entfärbung ungleich langsamer als an solchen, welche längere Zeit gestanden haben oder welche bereits schon einmal entfärbt gewesen waren und durch Schütteln mit Sauerstoff wieder roth gemacht wurden. Mit diesen Thatsachen stimmt auch die Beobachtung überein, daß sich die Bleichungs- und Regenerationsvorgänge an der wässrigen Lösung des Bugulafarbstoffes nur eine beschränkte Anzahl von Malen repetiren lassen; ich habe dieselben an einer Portion fünfmal wiederholt, aber nach jeder (bei intensiver Belichtung oder im Dunkeln vorgenommenen) Entfärbung bei der Wiederkehr des rothen Farbentons eine sehr deutliche Abnahme der Farbenintensität bemerkt, welche wahrscheinlich darin ihren Grund hat, daß wenigstens ein Theil des Farbstoffes auch unter den günstigsten Umständen dabei eine weitere Zersetzung erfährt und durch Sauerstoffabgabe nicht einfach in ein regenerationsfähiges Chromogen gespalten wird.

Das Spectrum des (verglichen mit der wässrigen Farbstofflösung etwas mehr roth gefärbten) Glycerinauszuges der Bugula (Taf. II, 2) zeigt wie das wässrige Extract zwei Absorptionsbänder, welche sich durch ihren verschiedenen Intensitätsgrad und durch ihre differente Breite von denen im Spectrum der wässrigen Lösung nicht unterscheiden, wohl aber, wie beim genauen Vergleich der beiden Spectren ersichtlich wird, durch ihre Lage[1]).

[1]) Die Glycerinlösung des Bugulapurpurs verändert gleichfalls bei längerem Stehen an der Luft ihre Farbe, indem ihr violetter Farbenton immer mehr verschwindet und alsdann die Lösung (anfangs nur die unterste Schicht der Flüssigkeitssäule) reiner roth erscheint. Spectroskopische Unterscheidungsmerkmale vermochte ich zwischen der oxydirten und der desoxydirten Farbstofflösung in diesem Vorstadium zu einer Entfärbung nicht aufzufinden; Zahl, Lage und Intensität der Absorptionsbänder waren in beiden

Ganz anders als das Licht wirkt die Siedetemperatur auf unsere Farbstofflösung. Der purpurrothe wässrige Auszug verändert bei längerem Kochen weder seine Farbe, noch verändert sich sein Spectrum; aber es wird derselbe durch das Kochen viel weniger empfindlich gegen Licht wie überhaupt viel schwerer zugänglich einem Sauerstoffverluste. Es bleicht die gekochte Lösung bei längerem Aufbewahren unverhältnißmäßig viel langsamer aus als eine ungekochte; während bei intensiver Belichtung letztere in 10 Minuten schwach gelblich geworden war, bedurfte es, um an ersterer (welche wie die zum Vergleich benutzte ungekochte Probe eine Theilportion ein und derselben Lösung war) unter möglichst gleichen äußeren Bedingungen einen nur annähernd ähnlichen Effect zu erzielen, mehrerer Stunden, denn selbst nach dieser Zeit war die röthliche Färbung an der zuvor gekochten Probe noch nicht ganz verschwunden; war aber eine, längere Zeit zum Sieden erhitzte Farbstofflösung einmal farblos geworden, so gelang an ihr auch die Rückfärbung nicht wieder.

Durch Chlor wird der Bugulapurpur augenblicklich, durch Wasserstoffsuperoxyd sehr langsam — es bedurfte dazu einiger Tage —, schließlich aber ebenso vollständig wie durch Chlor entfärbt. Nach Zusatz von Ammoniak wie von Salzsäure wird die Farbe des wässrigen Bugulaauszuges eine schön blauviolette. Bisweilen (aber nicht regelmäßig) scheidet sich nach dem Alkalisiren Farbstoff in braunrothen Flocken aus, welche zusammengeballt schmutzig blau erscheinen; durch Salzsäure sah ich den wässrigen Auszug — weder den mit Wasser stark verdünnten noch den concentrirteren selbst nach längerem Stehen oder nach anhaltendem

Fällen ganz die nämlichen. Beim Schütteln mit Luft kehrte die violette Färbung an der desoxydirten Lösung zurück, und die so oxydirte Flüssigkeit erlaubte abermals eine Rückfärbung durch Sauerstoffentziehung, welche jedoch gleichfalls wieder durch reichliche Zufuhr von Sauerstoff oder von atmosphärischer Luft aufzuheben war.

Kochen — nicht gefällt werden. Die ammoniakalische Flüssigkeit verhält sich spectroskopisch genau so wie die mit Salzsäure angesäuerte; den Spectren beider Flüssigkeiten (Taf. II, 5 u. 6) ist ein breites Band um *D* gemeinsam, an welchem eine Aufhellung unmittelbar hinter der *D*-Linie auf eine Verschmelzung aus zwei Streifen hinweist. Mit concentrirter Schwefelsäure färbt sich die wässrige Farbstofflösung blauviolett, nach reichlicherem Säurezusatze rosa; gefällt wird der Farbstoff auch durch diese Säure nicht; die Spectren der sauren Flüssigkeit sind frei von Absorptionsbändern.

Durch reichlicheren Alkoholzusatz wird der Bugulapurpur sowohl aus seiner Lösung in Wasser wie aus der in Glycerin gefällt. Der aus der Glycerinlösung gefällte rothbraune Niederschlag zeigt einen eigenthümlichen schieferblauen Schiller und erscheint deshalb auf einem Filter gesammelt dunkelblau; derselbe war frei von Kupfer, Eisen und Mangan, aber schwefelhaltig. Spectroskopisch habe ich nur den durch Alkohol aus der Glycerinlösung gefällten und in der Flüssigkeit suspendirt gehaltenen Niederschlag untersucht; sein Spectrum (Taf. II, 3) zeigt die beiden Bänder der Glycerinlösung in unveränderter Lage, außer diesen aber noch einen Streifen vor *D*. Die durch Alkohol erzeugten Niederschläge sind in Wasser wie in Glycerin leicht zu lösen und gleichen dann in der Färbung wie auch spectroskopisch (cf. Taf. II, 4) den anfänglichen Lösungen; aber eine so erhaltene wässrige Lösung des Bugulafarbstoffes unterscheidet sich darin von einem direct gewonnenen wässrigen Bugulaauszuge, daß dieselbe weit schwieriger sich entfärbt als letzterer. Es gilt überhaupt der Satz, daß die Lösungen des Bugulapurpurs um so haltbarer sind, je reiner dieselben und ganz besonders je weniger sie durch organische (eiweiß- oder kohlenhydratartige) Substanzen verunreinigt sind; denn die rasche Entfärbung und leichte Regeneration, welche wir von dem frisch bereiteten Bugulaauszuge

her kennen, beruht voraussichtlich ebenso wie die postmortale Melanose der Hydrophiluslymphe auf einem fermentativen Vorgange, den sehr verschiedenartige organische Substanzen zu beschleunigen und auch tiefgreifender zu gestalten vermögen. Das Filtrat von dem alkoholischen Niederschlage zeigt meist eine gelblichgrüne Färbung; diese war bei meinen Versuchen aber stets so gering, daß, selbst bei beträchtlicher Schichtendicke untersucht, Absorptionsbänder im Spectrum der Flüssigkeit nicht zu sehen waren. Ich zweifle jedoch nicht, daß wir es hier mit Spuren jenes Farbstoffes zu thun haben, welcher den Bugulageweben (ohne oder nach vorausgegangener Behandlung mit Wasser oder Glycerin) von Alkohol leicht entzogen wird.

Alkohol färbt sich in Berührung mit der Bugula gelbgrün; Chloroform, Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff färben sich dagegen bräunlichgelb bis gelbbraun. Bei stärkerer Concentration erscheint die alkoholische Farbstofflösung reiner gelb. Wurden diese Auszüge auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, so erwies sich der Farbstoff, gelöst in irgend einer der genannten Flüssigkeiten, als durch das Abdampfen unverändert, in Wasser, Glycerin und Benzin aber als ebenso unlöslich wie bei der directen Behandlung der Bugulagewebe mit diesen Flüssigkeiten. Aus diesen Thatsachen erhellt im Zusammenhange mit den früheren Daten über die Eigenschaften des wässrigen und Glycerinauszuges der Bugula zur Genüge, daß sich in dieser Bryozoë mindestens zwei verschiedene Farbstoffe vorfinden: Einer, welcher sich mit rosa oder purpurrother Farbe in Glycerin und Wasser löst und ein oder mehrere andere, welche in Glycerin, Wasser und Benzol unlöslich oder wenigstens äußerst schwer löslich sind, dagegen in Alkohol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl etc. mehr oder weniger leicht übergehen und diese Flüssigkeiten alsdann gelbgrün, gelb oder bräunlich färben. Die Existenz und die den verschiedenen Lösungsmitteln entsprechende verschiedene

Lagerung der beiden Absorptionsbänder am violetten Ende, welche die Spectren der Chloroform- und Schwefelkohlenstofflösungen (vgl. Taf. II, 8 u. 9) aufweisen, machen es wahrscheinlich, daß das von diesen Stoffen aufgenommene Pigment ein gelber Fettfarbstoff ist, dem Coriosulfurin, Zoofulvin etc. in seinen optischen und chemischen Eigenschaften ähnlich. Außerdem scheint aber auch noch ein anderer, vielleicht ebenfalls ein gelber Farbstoff von diesen Lösungsmitteln aufgenommen zu werden, dessen Spectrum einen Streifen im Roth von nicht ganz constanter Lage zeigt (Taf. II, 7, 8 u. 10). Dieses Spectralband zeichnet viele Hepatochromate — so bezeichne ich die von den Gallenpigmenten der Wirbelthiere unterschiedlichen Leberfarbstoffe der Evertebraten — aus, und es liegt deshalb gewiß der Gedanke nicht fern, durch diesen Absorptionsstreifen einen Farbstoff der Bugulalebern angedeutet zu sehen. Diese Vermuthung gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß sich auch im Spectrum des gelbbraunen alkoholischen Auszuges einer rothen Kalkbryozoë der Adria (Lepralia spec.?) das nämliche Absorptionsband fand (Taf. II, 11), während gut markirte Bänder im blauen Theile des Spectrums hier fehlten, und nur zwischen 16 und 18 unserer Skala bei geeigneter Concentration unter günstigen Umständen ein Streifen deutlicher sichtbar werden könnte. Endlich läßt sich auch aus dem Auftreten des vorderen Bandes zwischen *D* und *E* im Spectrum einer concentrirteren Schwefelkohlenstofflösung (Taf. II, 10) auf die Gegenwart eines dritten Pigmentes in diesem Auzuge schließen.

Im alkoholischen Bugulaauszuge verändern sich nach Ammoniak- oder nach Salzsäurezusatz die Farbe und das Spectrum nicht.

b) Das Rosa der Hircinia variabilis.

Der Bugulapurpur erinnert durch seine Löslichkeit in Wasser und Glycerin, durch die Farbe und sein spectroskopisches Verhalten, durch seine Unlöslichkeit in Alkohol, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, ätherischen und fetten Oelen so sehr an das rosafarbige Pigment der Hircinia variabilis, daß es mir nicht leicht geworden ist, die volle Ueberzeugung zu gewinnen, daß die Farbstoffe in beiden Thieren wirklich verschiedene sind. Bei den vielen Reactionen, welche ich an beiden Farbstoffen gleichzeitig ausführte, und von denen ich bei der Charakterisirung des Bugulapurpurs vielleicht schon Manchem zu viele beschrieben habe, verfiel ich immer wieder auf den anfänglichen Gedanken, das Pigment beider Thiere möge ein und dasselbe sein. Wie sich zeigen wird, ist die Summe der Abweichungen aber eine zu große, das verschiedenartige Verhalten der beiden Farbstoffe gegen Reagentien durch Verunreinigungen nicht zu erklären, sodaß an eine Identität der Pigmente nicht mehr zu denken ist.

Der in Frage stehende Rosafarbstoff der Hircinia[1]) ist nicht mit den Pigmenten zu verwechseln, welche in den sogenannten Filamenten, deren parasitäre Natur sehr wahrscheinlich, aber

[1]) Der Pigmentirung dieser Spongie gedachte bereits *F. E. Schulze* (Unters. über den Bau und die Entwicklung der Spongien. VIII. Mitth. Die Gattung Hircinia *Nardo* und Oligoceras n. g. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 33, 1880, S. 14) in folgenden Sätzen: „Was die so außerordentlich variable Färbung der Hircinia variabilis betrifft, so ist hervorzuheben, daß sich dieselbe, wie die Betrachtung frischer Durchschnitte lehrt, ausschließlich oder doch hauptsächlich auf eine nur etwa 2 mm. dicke Rindenschicht beschränkt, während das innere Schwammparenchym entweder ganz farblos oder nur schwach röthlich, seltener hell orange gefärbt erscheint. Höchstens die Innenwand der gewöhnlich von Würmern bewohnten röhrigen Hauteinstülpungen und der größeren Osculargänge zeigt zuweilen eine bräunliche Tinction".

keineswegs endgültig entschieden ist[1]), in den violettbraunen kugeligen Körpern (nachweisbaren einzelligen Algen) der Rindenschicht, „von denen die dunkelrothbraune Färbung vieler Hircinia variabilis-Varietäten wesentlich herrührt“[2]), vorkommen, sondern derselbe findet sich im Schwammgewebe diffus vertheilt und färbt bisweilen auch das innere Schwammparenchym. Deshalb wird dieser Farbstoff sicherlich ein eigenes Product des Schwammkörpers[3]) sein, vorausgesetzt daß derselbe vom Schwammgewebe nicht einfach aus Algen aufgesogen wurde. Jedenfalls imbibirt das rosa Pigment die lebenden Gewebe der Hircinia und erfüllt nicht etwa parasitäre Bestandtheile der Schwammcolonie.

Es bedarf bei intensiver gefärbten Hircinien meist nur eines gelinden Druckes, um das Wasser des Canalsystemes rosafarbig austreten zu sehen, und bei etwas stärkerer Pressung erhält man prächtig rosa gefärbte Flüssigkeiten, welche filtrirt zu einigen Versuchen ohne Weiteres verwendbar sind. Auch Leinen und Fließpapier saugen den rosa Farbstoff aus frischen Hircinien auf und behalten monatelang ihre rothe Farbe.

Das Spectrum des rosafarbigen, durch seine eigenthümliche (in verdünnteren Lösungen grüne, in concentrirteren gelbe) Fluorescenz ausgezeichneten Glycerinauszuges der Hircinia ist von mir schon früher beschrieben[4]) und abgebildet[5]); verglichen mit

---

[1]) Vgl. *Schulze*, *F. E.*, l. c., S. 32—34.

[2]) *Schulze*, *F. E.*, l. c., S. 25.

[3]) *Krukenberg*, Ueber die Enzymbildung etc., Unters. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg, Bd. II, 1878, S. 341, Anm. 2.

[4]) *Krukenberg*, Vgl.-physiol. Studien, I. Reihe, II. Abth. 1880, Taf. I, Spectr. 4.

[5]) Vom Eosin, welches sich sowohl in Alkohol wie in Wasser löst, ist der Hirciniapurpur trotz seiner übereinstimmenden Farbe und Fluorescenz spectroskopisch leicht zu unterscheiden. Eine wässrige Eosinlösung absorbirt bei schwacher Concentration das Licht zwischen *E* und *b*; bei Verstärkung der Schichtendicke verbreitert sich das dunkle Band vorzugs-

dem Spectrum der Glycerinlösung des Bugulapurpurs stellt sich eine ziemliche Uebereinstimmung zwischen dem Bande hinter *D* heraus, dieselbe fehlt jedoch zwischen den beiden schwächeren Bändern im Blau, da der zweite Streifen im Spectrum des Glycerinauszuges von Hircinia dicht vor *F* gelegen ist. Im Spectrum des wässrigen Auszuges von Hircinia variabilis (Taf. II, 12), der ziemlich dieselbe Färbung als das Glycerinextract besitzt, ebenso stark wie dieses fluorescirt — und sich nicht nur so von der wässrigen Lösung des Bugulapurpurs unterscheidet, sondern auch dadurch, daß der Farbenton ein reineres, mit viel weniger Blau gemischtes Roth ist — sah ich nur ein Absorptionsband hinter *D*, welches dem breiten Bande im Spectrum der wässrigen Lösung des Bugulafarbstoffes in jeder Beziehung außerordentlich glich.

Die wässrige Lösung des Hirciniafarbstoffes wurde bei meinen Versuchen durch Ammoniak mit schmutzig blauer (grünblauer) Farbe, durch Salzsäure (auch in stark verdünnter Lösung) schön purpurn, und zwar in beiden Fällen vollständig gefällt; beim Erwärmen auf 60—70° *C.* verschwand die Farbe aus der wässrigen Lösung ganz. Die Spectren, welche die in den Flüssigkeiten suspendirten Niederschläge zeigen, sind Taf. II, 13, 14 und 15 dargestellt. Das Spectrum der ammoniakalischen Flüssigkeit (Taf. II, 13) ähnelt dem der ammoniakalisirten Bugulapurpurlösung sehr, und die bei längerer Einwirkung (nach etwa 5 Minuten) des Ammoniaks am Hirciniafarbstoffe von mir beobachtete Veränderung des Spectrums (cf. Taf. II, 14) könnte vielleicht auch die Bänder im Spectrum der ammoniakalischen Farbstofflösung von Bugula interpretiren helfen. Wie schon die ver-

weise nach dem violetten Ende des Spectrums zu. In einer alkoholischen Eosinlösung liegt der Streifen dem Roth näher gerückt als in der wässrigen, so daß in jener bei schwacher Concentration nur ein kleiner Theil des Bandes die *E*-Linie nach *b* hin überragt.

schiedene Färbung der Niederschläge verräth[1]), scheint der Hirciniafarbstoff durch die Salzsäure in anderer Weise verändert zu werden als durch das Alkali.

Auch die Spectren des gelbgrünen alkoholischen (Taf. II, 16) und des gelben Schwefelkohlenstoffauszuges (Taf. II, 17) von Hircinia bekunden durch das dunkle Band im Roth, dessen Lage durch mir unbekannt gebliebene Factoren etwas beeinflußt wird, eine gewisse Uebereinstimmung mit den entsprechenden Auszügen von Bugula. Concentrirte Schwefelsäure färbt den wässrigen Hirciniaauszug anfangs violett, nach reichlicherem Säurezusatz entsteht ein rosafarbiger Niederschlag, der sich oft nach einiger Zeit fast vollkommen entfärbt.

Eine wässrige Lösung des Hirciniafarbstoffes verblaßt weder bei längerem Aufbewahren noch am Lichte in einer so auffallend kurzen Zeit wie eine wässrige Lösung des Bugulapurpurs; die Hirciniafarbstofflösung verhält sich ähnlich wie der gekochte wässrige Bugulaauszug. Eine Vergilbung des Farbstoffes ist bei intensiver Belichtung nach mehreren Stunden sicher zu constatiren, eine Regeneration des Purpurs erfolgt durch anhaltendes Schütteln mit Luft aber nicht.

Aus dem abweichenden Verhalten des Bugula- und Hirciniapurpurs gegen Ammoniak, Salzsäure und concentrirte Schwefelsäure, aus der verschiedenen Farbe, der verschiedenen Haltbarkeit und den spectroskopischen Abweichungen der Lösungen beider Farbstoffe in Wasser und Glycerin wird geschlossen werden dürfen, daß in der Bryozoë zwar ein ähnlicher aber nicht der nämliche

[1]) Die verschiedene Färbung des durch Ammoniak oder durch Säuren gefällten Niederschlages tritt am deutlichsten hervor, wenn man einen Theil der alkalischen Lösung nachträglich stark sauer macht, wodurch der Farbstoff dieselbe Veränderung erleidet, als wenn seine rein wässrige Lösung angesäuert wurde. Tiefgreifend kann das Pigment durch Ammoniak demnach jedenfalls auch nicht verändert sein.

Farbstoffkörper wie bei Hircinia vorkommt. An diesen merkwürdigen Befund knüpft sich unmittelbar die Frage nach der Function dieser Farbstoffe.

Wem die Literatur über die eigenartigen lymphatischen und hämolymphatischen Farbstoffe der Wirbellosen genau bekannt ist, den muß es nicht wenig überraschen, daß hier als wirksames Princip bei der Regeneration des Farbstoffes aus dem zugehörigen Chromogene bald die Kohlensäure, bald der Sauerstoff in Anspruch genommen wird, daß gerade die Angaben der Forscher — welche sogar alle mehr oder weniger auf die besser bekannten Vorgänge bei den Wirbelthieren bauten — über Versuchsresultate auseinandergehen, welche, nach den offenkundigen Respirationsverhältnissen der Vertebraten zu schließen, nothwendig untereinander übereinstimmen müssen.

Sicherlich wäre aber nicht von *Harless* für Cephalopoden, sicherlich nicht von mir für Insekten und Ascidien angegeben worden, daß im ersten Falle die Cyanose, in den letzteren die Melanose durch Einwirkung von Kohlensäure hervorgerufen wird, wenn Derartiges nicht thatsächlich beobachtet worden wäre. Aber ich muß bemerken, daß die Versuche, auf welchen diese Angaben beruhen, und welche, weil sie für das Wirbelthierblut endgültige Resultate geliefert haben, bislang allgemein für entscheidende gehalten wurden, für die Respirationsstoffe der Wirbellosen keine zuverlässige Schlüsse gestatten, und daß es jetzt theils bewiesen, theils mehr als wahrscheinlich geworden ist, daß in letzter (aber nicht in erster) Instanz sowohl zur Bläuung des Hämocyanogens wie auch zur Schwärzung der gelben Insectenlymphe Sauerstoff ein unbedingtes Erforderniß ist, und ebenso verhält es sich vielleicht auch bei der melanotischen Verfärbung, welche sich an der Gefäßflüssigkeit verschiedener Ascidien oft sehr rapide vollzieht. Zu allen diesen Resultaten sind wir erst auf großen Umwegen gekommen, und man kann auch keineswegs behaupten, daß die-

selben schon jetzt im Feinern ausgearbeitet und alle gut fundirt sind.

Daß es bei den eigenartigen lymphatischen und hämolymphatischen Farbstoffen der Wirbellosen nicht in der einfachen Weise wie am Hämoglobin gelingt, den für jeden dieser Farbstoffe charakteristischen Farbenwandel einfach durch abwechselndes Austreiben und Zuleiten von Sauerstoff hervorzurufen, hat eben darin seinen Grund, daß bei diesen Entfärbungen und Farbstoffregenerationen meist noch fermentative Processe mitwirken, welche bald das Reductions-, bald das Oxydationsproduct stabiler werden lassen, den Verfärbungsvorgang bald nach dieser, bald nach jener Richtung hin erleichtern. Nur von der Abhängigkeit oder der Beeinflussung des Zersetzungsvorganges durch ein Ferment rührt es her, wenn wir durch Kohlensäure oft genau denselben Effect erzielen als durch Sauerstoffzufuhr, nur darin, daß fermentative Stoffe bei diesen Verfärbungen eine wichtige Rolle spielen, liegt es fernerhin begründet, daß nach dem Kochen der Farbstofflösung bald das Oxydationsproduct, bald das Reductionsproduct sich bildet und sich erhält, daß die von organisirten und von gewissen organischen Substanzen gereinigten Lösungen viel träger oder auch wohl gar nicht den Farbenwechseln unterliegen, welche ein sich äußerlich und spectroskopisch völlig gleich verhaltender Auszug des frischen Gewebes oft im exquisitesten Maße zeigt.

Letztere Erscheinungen treten am Bugulapurpur ganz besonders prägnant hervor, und man wird auch gewiß nicht fehl gehen, wenn man dieses Pigment den hämolymphatischen Farbstoffen der Mollusken und Würmer functionell an die Seite stellt, — Farbstoffen also, deren Aufgabe (wie schon aus ihrem Vorkommen bei Repräsentanten sehr abweichend organisirter Thierclassen, aus ihrem Fehlen bei Species, deren Nächstverwandte sie besitzen, geschlossen werden muß) es ist, nicht etwa als noth-

wendige Sauerstoffüberträger zu wirken, sondern vielmehr die Sauerstoffaufnahme schwungradartig zu regeln. Nach dieser Auffassung und unter Berücksichtigung der Existenz noch nicht functionsfähig gewordener Substanzen würde sich bei Hircinia ein Zustand finden, der dem vergleichbar sein würde, welcher bei Bugula nach Zerstörung des Reductionsfermentes resultirt. Der Hirciniafarbstoff erleidet ebenso wie der auf 100° *C.* erwärmte Bugulapurpur nur eine langsame spontane Zersetzung, und an diese Beobachtung würden sich, wenn man, trotzdem hier die bei Bugula gegebenen Anhaltspuncte fehlen, diesen Farbstoff mit dem Respirationsgeschäfte doch in Beziehung bringen wollte, nur noch die Fragen knüpfen lassen, ob ein fermentativer Körper auch an dem Hirciniafarbstoffe den rapiden Farbenwechsel wie an einer frisch bereiteten Lösung des Bugulapurpurs ermöglichen kann oder ob es dazu, wie nach meinen Untersuchungen zu erwarten steht, erst einer Modification des Farbstoffes selbst bedarf.

c) Die Floridine der Renieren.

Bei einigen Gattungen der Mittelmeerspongien wechselt das äußere Colorit unter den einzelnen Species und den einzelnen Exemplaren auffallend wenig; bald (z. B. bei Tethya) bleibt dasselbe constant ein ziemlich reines Gelb, bald (z. B. bei Clathria und Myxilla) ein tief gesättigtes Roth. Bei anderen Genera (z. B. bei Suberites) hingegen, begegnet man großen specifischen Schwankungen in der Färbung, welche jedoch sämmtlich auf gelb (Suberites flavus) oder roth (S. lobatus) und auf ein Gemisch beider Farbstoffe (S. domuncula) zurückzuführen sind. Wiederum bei anderen Schwammgattungen (z. B. bei Tedania) gesellt sich den gelben und rothen Pigmenten noch ein dunkelbraunes hinzu, welches, wie es in gleicher Weise bei Euspongia und Cacospongia meistens der Fall ist, bei einigen Exemplaren

sich dem unbewaffneten Auge ganz ausschließlich bemerkbar macht. Die größte Mannigfaltigkeit in der Färbung zeigt aber die Gattung der Renieren, welche bald gelb, roth oder orange, bald violett bis purpurroth gefärbt sind.

Diese Abweichungen in der Färbung bei verschiedenen Renieraarten sind gerade deshalb für uns von ausnehmend großer Bedeutung, weil bei den violetten und purpurfarbigen Species die gelben und ganz besonders die rothen Pigmente so sehr den ersteren gegenüber zurücktreten, daß nur Extractionsmethoden und starke Vergrößerungen uns über ihre Gegenwart belehren können, und, wie mir scheint, zwingt — zusammen mit den Befunden, daß ebenso wie bei Hircinia variabilis auch bei den Renieren die violetten und purpurfarbigen Pigmente im lebenden Schwammgewebe diffus vertheilt sind, und daß ein ähnlicher Farbstoff (das Hämerythrin) bei Würmern (Sipunculus, Phascolosoma) die hämolymphatischen Körperchen tingirt, wo also an dessen Autochthonie gar nicht zu zweifeln ist, — uns dieses vicariirende Vorkommen der rothen und gelben Fettfarbstoffe einerseits, der violetten und purpurnen anderseits zu dem Schluße, daß auch letztere Pigmente Producte des Renierenkörpers und nicht nur resorbirte Florideenfarbstoffe sind. Bei dieser Schlußfolgerung wird meines Erachtens fernerhin auch nicht der Umstand außer Acht gelassen werden dürfen, daß nicht nur Hircinia variabilis und verschiedene Renieraarten purpurfarbige Pigmente, in mehrfacher Beziehung denen der Florideen ähnlich, aufweisen, sondern daß auch der gelbe Aplysina-Farbstoff, wie schon *F. E. Schulze* bemerkte, durch seine oft rapide eintretende Melanose an gewisse Pilzfarbstoffe erinnert, aus deren Gegenwart auf eine Giftigkeit des betreffenden Hutpilzes geschlossen zu werden pflegt.

Aus der um Triest nicht seltenen, der Reniera aquaeductus im Habitus ähnlichen, leicht rosa oder violett gefärbten Renieraform läßt sich das Pigment durch Süßwasser leicht gelöst

erhalten. Schon durch Ausdrücken des Schwammes gewinnt man eine rosafarbige Lösung, welche lebhaft violett fluorescirt und durch stundenlange Belichtung nur dunkler roth, aber nicht entfärbt wird. Beim Kochen der Lösung tritt eine tiefgreifendere Zersetzung des Farbstoffes ein: Die Farbe schlägt in ein unreines Gelb um, und das Rosa der ursprünglichen Lösung ist alsdann weder durch Abkühlen noch durch Schütteln mit Luft zu regeneriren. Weder die frisch bereitete noch die durch Licht veränderte (in dickerer Schicht, bei durchfallendem Licht betrachtet, rothbraun erscheinende) wässrige Lösung ließ ein deutliches Absorptionsband im Spectrum erkennen.

Nach reichlichem Essigsäurezusatz tritt in der wässrigen Lösung dieses Renierafarbstoffes keine Veränderung in der Färbung ein. Die Fluorescenz bleibt erhalten, kein gefärbter Niederschlag entsteht, man bekommt ein Filtrat, welches in der Farbe der neutralen Lösung gleicht. Ammoniak ruft dagegen eine Umfärbung hervor; die Farbe der ammoniakalisirten Flüssigkeit geht mehr ins Violette als die der neutralen wässrigen Lösung, und auch die nach dem Ammoniakzusatze entstandene Fällung ist (braun) gefärbt.

In der Nähe des Leuchtthurmes von Triest wurde kürzlich eine andere, soviel mir bekannt ist, bislang unbeschriebene Renieraart gefunden, deren Farbstoff ich gleich nach dem Fange des Schwammes an Ort und Stelle untersuchen konnte. Durch ihren Fundort und ihre tief purpurrothe Färbung ist diese Species für unsern Zweck hinreichend charakterisirt; ich werde dieselbe fernerhin als Reniera purpurea bezeichnen.

Der Farbstoff dieser Renieraspecies weicht nicht nur durch das gesättigte Purpurroth, welches durch ihn der lebende Schwamm empfängt, von dem zuvor besprochenen Pigmente der anderen Renieraart auffällig ab, sondern dieselben Unterschiede bestehen auch zwischen den, den Geweben gleichsinnig gefärbten wässrigen

Lösungen beider Farbstoffe. Ueberdies zeigt der Auszug von Reniera purpurea nur eine äußerst schwache violette Fluorescenz. Die Farbstofflösungen beider Renieraarten stimmen aber in ihrer großen Lichtbeständigkeit — die wässrige Lösung des Farbstoffes von Reniera purpurea verändert sich im directen Sonnenlichte nach mehreren Stunden gar nicht bemerkbar, — ihrer Unlöslichkeit in Alkohol, Chloroform, Benzin, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl etc., ihrer Zerstörbarkeit durch Siedetemperatur unter einander überein; denn auch der wässrige Auszug von Reniera purpurea zersetzt sich beim Kochen: Es bildet sich eine unansehnliche gelbbraune oder bräunlichgelbe Fällung und das ungefärbte Filtrat nimmt ebensowenig als der Niederschlag beim Abkühlen, bei anhaltendem Schütteln mit Luft oder nach Säurezusatz eine Rosafärbung wieder an.

Aus dem wässrigen Auszuge von Reniera purpurea wird der Farbstoff sowohl durch Salzsäure wie durch Alkohol gefällt. Nach Zusatz von Kalilauge färbt sich der Auszug violett, der Farbstoff bleibt aber gelöst. Ammoniak schlägt den Farbstoff aus der Lösung mit unveränderter Farbe ziemlich vollständig flockig nieder; das schwach rosa gefärbte Filtrat wird beim Kochen gelblich.

Nach geeignetem Essigsäurezusatze verstärkt sich die violette Fluorescenz des wässrigen Auszuges sehr bedeutend, die Farbe der Flüssigkeit bleibt dabei aber die ursprünglich purpurrothe; beim Kochen erfährt die so durch Essigsäure veränderte Lösung eine noch vollständigere Entfärbung als die neutrale wässrige oder alkalische Flüssigkeit. Durch wenig rauchende Salpetersäure wird der wässrige Auszug sofort, durch concentrirte Schwefelsäure oder concentrirte Salzsäure viel allmäliger entfärbt; zur vollständigen Bleichung bedarf es von letzteren Säuren eines weit größeren Zusatzes als von der rauchenden Salpetersäure.

Das Spectrum des wässrigen Auszuges von Reniera pur-

purea ist Taf. II, 18 dargestellt; sein breiter Absorptionsstreifen sticht weit weniger hervor als die Bänder des Hircinia- und Bugulapurpurs, von welchen somit beide Renierafarbstoffe spectroskopisch sehr erheblich abweichen.

Eine ziemliche Anzahl gelb (Tethya Lyncureum, Suberites flavus, Aplysilla sulfurea u. Aplysina aërophoba), orange (Reniera aquaeductus, Suberites domuncula u. S. massa), roth (Clathria coralloïdes u. Myxilla fasciculata), dunkelbraun (Hircinia spinosula u. Tedania Muggiana) oder schwärzlich (Chondrosia reniformis) gefärbter Spongien habe ich mit durchaus negativem Erfolge auf Floridine untersucht; keine der genannten Arten gab ein derartiges Pigment an Wasser ab. Ich vermuthe deshalb, daß diese Farbstoffe auf die schon dem unbewaffneten Auge violett bis purpurroth erscheinenden Species im Vorkommen beschränkt sind.

Ueber die melanotischen Verfärbungen der Uranidine.

(Hierzu Taf. III.)

Schon wiederholt bin ich auf den **gelben Farbstoff der Aplysina aërophoba**, den ich fernerhin als **Aplysinofulvin** bezeichnen werde, näher eingegangen[1]), habe seines Verhaltens gegen Alkalien wie gegen Säuren und der Melanose gedacht, welcher derselbe unter Sauerstoffaufnahme nach dem Tode des Schwammes unterworfen ist, und wobei er in **Aplysinonigrin** verwandelt wird; auch habe ich eine Erklärung dieser absonderlichen Erscheinungen zu geben versucht. Das Aplysinofulvin wurde fernerhin die Veranlassung, noch andere ähnlich sich verhaltende thierische Farbstoffe ins Bereich der Untersuchung zu ziehen; so das gelbe, grün fluorescirende Pigment in der Haut von Holothuria Poli[2]) und die gelben Lymphfarbstoffe von Hydrophilus piceus[3]), verschiedener Dytiscus-Arten und gewisser Ascidienspecies[4]), über welche Untersuchungen ich gleichfalls schon anderen Ortes berichtet habe.

[1]) *Krukenberg*, Ueber Spongienfarbstoffe und ihre functionelle Bedeutung. Vgl.-physiol. Studien, I. Reihe, III. Abth., 1880, S. 116 ff.

—, Weitere Beiträge zum Verständniß und zur Geschichte der Blutfarbstoffe bei den wirbellosen Thieren. Ibid. I. Reihe, V. Abth., 1881, S. 53 ff.

[2]) *Krukenberg*, Notizen über den rothen Farbstoff des Ovariums und über ein eigenartiges Pigment in der Haut von Holothuria Poli. Vgl.-phys. Studien, II. Reihe, I. Abth., 1882, S. 179 u. 180.

[3]) *Krukenberg*, Ueber die Hydrophilus-Lymphe und über die Hämolymphe von Planorbis, Lymnaeus und Paludina. Verhandl. d. naturh.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F., Bd. III, 1882, S. 79—88.

[4]) *Krukenberg*, Das Chromogen in den Blutkörperchen einiger Asci-

Bevor ich unternehme, aus dem gewonnenen Thatsachenschatze die Uebereinstimmungen und Verschiedenheiten aller dieser Pigmente auszulesen, und die Factoren festzustellen, durch welche die melanotischen Verfärbungen an Pigmenten so sehr verschiedenartiger Herkunft als Erscheinungsvorgänge zusammengehalten werden, muß ich den früheren noch einige neuere Beobachtungen nachtragen, deren Resultate zu kennen mir schon lange für jeden weitern Erklärungsversuch als nothwendig erschienen war, welche anzustellen sich mir jedoch erst jüngst eine passende Gelegenheit geboten hat.

In der Aplysina aërophoba machen sich, bei raschem und umsichtigem Operiren am lebenden Schwammstocke, mindestens fünf verschiedene gelbe Pigmente bemerkbar, deren feinere Nuancen zwischen orangegelb und grüngelb zu variiren scheinen.

Der erste dieser Farbstoffe ist löslich in Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, fetten wie ätherischen Oelen und ist durch ein dunkeles Absorptionsband zwischen *B* und *C* charakterisirt, welches die Spectren aller seiner Lösungen (cf. Taf. III, 3—10) in wechselnder Breite und etwas schwankender Lage ganz regelmäßig aufweisen. Dieser Farbstoff wird beim Verseifen des alkoholischen oder ätherischen Aplysinaauszuges durch das Kochen mit Natronlauge zerstört oder jedenfalls tiefgreifend verändert, weshalb nach der Verseifung (auch wenn die Seife durch Säuren zersetzt wird) bei der spectroskopischen Untersuchung der alkoholischen oder ätherischen Farbstofflösung das gekennzeichnete dunkele Absorptionsband nicht mehr zur Beobachtung gelangt. Viele andere Spongienspecies (z. B. Reniera aquaeductus, Tedania Muggiana, Suberites flavus, Clathria coralloïdes, Hircinia variabilis u. Tethya Lyncureum) führen dasselbe Pigment, und es ist auch eine Ueber-

dien. Vgl.-physiol. Studien, I. Reihe, III. Abth., S. 100—104 u. V. Abth., S. 50 ff.

einstimmung desselben mit einem unter den Wirbellosen weit verbreiteten hepatischen Farbstoffe höchst wahrscheinlich.

Ein zweites gelbes Pigment ist dasjenige, welches gleichfalls bei mehreren anderen Spongienarten (Tedania Muggiana, Tethya Lyncureum, Suberites flavus und massa etc.) von mir nachgewiesen wurde, welchem zweifellos eine sehr große Verbreitung in dieser Thierclasse zukommt, und das durch Verseifen der Spongienextracte mit Natronlauge völlig rein zu gewinnen ist. Petroläther entzieht von dem Farbstoffe der Natronseife nur wenig; eine concentrirtere Farbstoffsolution wird durch Petroläther erst nach dem Aussalzen der Seife mit Kochsalz erhalten. Ich verseifte sowohl den ätherischen wie den alkoholischen Auszug der Aplysina; spectroskopisch erwiesen sich die nach der Verseifung successive mit Petroläther und Aether extrahirten Pigmente als vollkommen identisch, nur darin gab sich ein Unterschied zwischen der ursprünglichen alkoholischen und ätherischen Farbstofflösung zu erkennen, daß letzere den Farbstoff (nach dem Aussalzen der Seife) schon an Petroläther, erstere dagegen nur an Aether abgab. Nach dem Zersetzen der Seife durch Salzsäure im Ueberschuß nahm Aether abermals neue Mengen eines gelben Pigmentes auf; das Spectrum dieser Lösung entbehrte aber der Absorptionsbänder; was den Aether färbte, war, wie weiterhin aus dem Verhalten der Lösung gegen Natronlauge hervorging, ziemlich reines Aplysinofulvin.

Das Spectrum dieses zweiten gelben Aplysinafarbstoffes ist durch zwei Absorptionsbänder, hinter oder bei *F*, gekennzeichnet, deren Lage, dem Lösungsmittel entsprechend, wechselt (vgl. Taf. III, 4, 6, 7, 9, 11—14). Die Farbstofflösungen (besonders die Chloroformlösung) bleichen am Lichte verhältnißmäßig rasch aus, der trockene Farbstoff färbt sich mit concentrirter Schwefelsäure oder mit concentrirter Salpetersäure blaugrün und verhält sich auch den Lösungsmitteln gegenüber wie die gelben Fettfarb-

stoffe der Säuger, Vögel, Amphibien und Fische. Die Lösungen des Pigmentes in Alkohol, Aether und Petroläther sind, bei schwächerer Concentration oder in dünnerer Schicht betrachtet, grünlich gelb, die in Chloroform und Terpentinöl rein gelb, und Schwefelkohlenstoff färbt der Farbstoff bräunlich gelb.

Bei directer Extraction des lebenden Aplysinagewebes mit Alkohol, Aether oder Terpentinöl werden nicht selten gelbe Farbstofflösungen erhalten, deren Spectren nahe vor *E* einen deutlichen Absorptionsstreifen aufweisen (Taf. III, 3, 5 u. 8), welcher aber, wie der Vergleich verschiedener Aplysinaauszüge lehrt, weder dem als erstes noch dem als zweites bezeichneten gelben Pigmente der Aplysina zukommt, sondern sicherlich einem dritten Farbstoffe, welcher, da in dem Spectrum des Schwefelkohlenstoffauszuges der Aplysina dieser Streifen ständig fehlte, in Schwefelkohlenstoff so gut wie unlöslich sein wird. Nicht selten bemerkt man aber im Spectrum des Schwefelkohlenstoffauszuges vor *D* ein anderes Band (Taf. III, 10), welches (nur um Weniges nach dem Blau verschoben) von mir neben dem Streifen vor *E* wiederholt im Spectrum alkoholischer Aplysinaauszüge (Taf. III, 5) gesehen wurde, und welches unzweifelhaft einem vierten gelben Pigmente angehört.

Der fünfte, wegen seines beschränkten Vorkommens — bei Species der Gattungen Chondrosia, Esperia, Tethya, Geodia, Steletta, Ancorina, Clathria, Papillina, Suberites, Myxilla, Reniera und Tedania wurde derselbe von mir stets vermißt[1]) — und seiner chemischen Eigenthümlichkeiten ganz be-

[1]) Bei einigen Spongienspecies dagegen, welche die düstere Farbe der Cacospongien besitzen, schwärzt sich der gelbe alkoholische Auszug bei der Verseifung in gleicher Weise wie ein alkoholisches Aplysinaextract, und aus dieser wie aus noch anderen Erscheinungen (Verschwinden der Schwärze beim Ansäuern, Verfärbung der alkoholischen Auszüge bei längerer Aufbewahrung), welche ich an Hircinia spinosula deutlich beobachtete und näher studirte, ergibt sich demnach, daß das Aplysinofulvin oder wenigstens

sonders interessante Farbstoff der Aplysina aërophoba ist endlich das Aplysinofulvin, welches in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Petroläther, Terpentinöl etc. gleichfalls nicht unlöslich ist, in Lösung befindlich aber, wie bekannt, noch weit leichter und rascher durch den Luftsauerstoff zersetzt wird, als wenn es in dem abgestorbenen Gewebe der Aplysina selbst verweilt. Es wiegt dieser Farbstoff in der Aplysina den übrigen gelben Pigmenten gegenüber bei weitem vor, und auf ihn sind die meisten Reactionen zurückzuführen, welche man bei directer Behandlung eines alkoholischen Aplysinaauszuges mit verschiedenen Substanzen beobachtet. So färbt sich der alkoholische Auszug auf concentrirte Schwefelsäure geschichtet anfangs gelbbraun, später rothbraun, beim Verseifen mit Natronlauge tief orangeroth, bisweilen auch rothbraun (zoorubinfarbig), und schließlich tief dunkelviolett (tintenfarbig).

Durch Uebergießen der Schwammstücke mit (durch Salzsäurezusatz) stark sauer gemachtem Alkohol läßt sich die gelbe Farbe sowohl der Gewebe wie der alkoholischen Lösung tagelang conserviren; aber die Verwandtschaft des Aplysinofulvins zum Sauerstoff überwiegt den Einfluß der Säurewirkung doch so sehr, daß bei längerer Aufbewahrung die Schwammstücke trotz ihrer sauren Reaction stets stark nachdunkeln, anfangs rothbraun, später tief dunkelviolett werden, und daß alsdann auch die grüngelbe, saure alkoholische Lösung eine bräunlichgelbe Farbe annimmt, welche durch stärkeres Ansäuern nicht wieder zu beseitigen ist.

Während, wie ich nachgewiesen habe, die an der Hydrophiluslymphe post mortem fast durchgängig eintretende Melanose durch eine Erwärmung der Lymphe auf 54° *C.* zu beseitigen ist, erfahren, im geraden Gegensatze hierzu, die Aplysinofulvin-haltigen Aplysinaauszüge bei Siedetemperatur ganz constant und momen-

diesem sehr ähnlich sich verhaltende Pigmente nicht auf die Gattung der Aplysiniden im Vorkommen beschränkt sind.

tan eine so intensive Schwärzung, welche sonst nur längere Sauerstoffeinwirkung auf sie hervorzurufen vermögend ist. Nicht weniger rasch, nicht weniger vollständig erfolgt die Umwandlung des Aplysinofulvins in Aplysinonigrin beim Eintragen der lebenden Gewebe in siedendes Wasser oder siedenden Alkohol, bei stärkerem Erhitzen der Benzol-, Aether-, Schwefelkohlenstoff- oder einer andern Lösung des Aplysinofulvins. Nur die sauren Lösungen verändern ihre gelbe Farbe beim Kochen nicht, wie denn auch in der siedenden neutralen oder alkalischen Flüssigkeit durch stärkeren Säurezusatz die Schwärze zu mindern (durch Essigsäure) oder fast vollständig zu beseitigen ist (z. B. durch Salzsäure). Erst wenn aus der sauren Flüssigkeit die Säure entwichen oder durch ein Alkali neutralisirt ist, übt die Temperaturerhöhung auch auf eine anfangs saure Aplysinofulvinlösung einen schwärzenden Einfluß aus.

Auf Steinen in der Adria um Triest ist eine gelbe Schwammkruste nicht selten, welche, wie *F. E. Schulze*[1]) zeigte, mit der Aplysina aërophoba einerseits große histologische Uebereinstimmungen, anderseits aber sehr wesentliche anatomische Differenzen aufweist. Diese Spongie ist die Aplysilla sulfurea *F. E. Schulze's*, und ihr Entdecker bemerkte schon, daß diese Form von der Aplysina aërophoba „in dem etwas helleren Farbenton und in der langsam und nur unvollständig eintretenden Farbenänderung bei Lufteinwirkung" abweicht (l. c., S. 405). Trotzdem enthält aber Aplysilla sulfurea denselben Farbstoff, welcher sich bei Aplysina aërophoba so außerordentlich schnell verändert, — Aplysinofulvin. Das lehrt sowohl das Verhalten des alkoholischen Aplysillaauszuges beim Kochen, gegen Säuren, Alkalien und Sauerstoff, wie auch sein von Absorptionsbändern

[1]) *Schulze, F. E.*, Unters. über den Bau und die Entwicklung der Spongien. IV. Mitth. Die Familie der Aplysinidae. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXX, 1877, S. 404 ff.

freies Spectrum und die Farbe seiner Lösungen, wenn verschiedene Flüssigkeiten zur Extraction verwendet werden: In allen Puncten herrscht zwischen den gelben Farbstofflösungen, welche aus Aplysilla erhalten und denen, welche aus Aplysina gewonnen werden, eine vollkommene Uebereinstimmung, und es fragt sich nur, warum beim Absterben der Gewebe die Aplysilla ihr Schwefelgelb viel länger beibehält als die Aplysina.

In dieser Beziehung bestehen allerdings sehr große Abweichungen zwischen beiden Spongienspecies. Bei Aplysilla sulfurea sah ich bisweilen erst nach 1—2 Tagen eine Veränderung des Farbstoffes deutlich werden, bei Aplysina aërophoba erfolgte die Schwärzung oft schon nach einigen Minuten; aber auch bei Aplysina trat bei verschiedenen Exemplaren, an verschiedenen Stellen ein und desselben Stockes die Melanose sehr verschieden rasch ein, und ich kann mir diese Schwankungen nicht anders erklären, als daß jenes Reductionsmittel, welches das Aplysinofulvin intra vitam überhaupt beständig werden läßt, seine Umwandlung in Aplysinonigrin verhindert, beim Absterben der Gewebe das eine Mal langsamer, das andere Mal rascher zersetzt wird. Der Farbstoff ist, wie gesagt, bei beiden Thierformen ein und derselbe. Die vollständige Zerstörung jenes vitalen Reductionsstoffes, jenes, wie ich annehmen muß, Reductionsfermentes durch Wärme oder durch Behandlung mit geeigneten Reagentien (stärkere Alkalien) schafft hier stets gleiche Farbstofflösungen, bei Aplysina wie bei Aplysilla.

In der Hydrophiluslymphe entsteht beim Absterben ihrer zelligen Elemente ein Oxydationsferment, und deshalb behält dieselbe auch ihre ursprüngliche gelbe Farbe bei, wenn jenem Zersetzungsprocesse, jener Fermentbildung, vorzeitig durch eine genügende Erwärmung der Lymphe entgegengewirkt wird. In der lebenden Aplysina wie in der lebenden Aplysilla verdankt dagegen das Aplysinofulvin seine Beständigkeit einem höchst oxy-

dabeln Stoffe, der dem Aplysinofulvin gegenüber als Reductionsferment wirkt, das Aplysinofulvin vor einer Sauerstoffaufnahme gleichsam bewahrt. Siedetemperatur zerstört so wie alle anderen Fermente auch dieses Reductionsferment, und deshalb erfolgt beim Kochen eine Oxydation und damit verbunden eine Schwärzung des Aplysinofulvins.

Genau so, wie es sich mit dem Aplysinofulvin in der lebenden Aplysina und in der lebenden Aplysilla verhält, verhält sich **der gelbe Farbstoff der Lymphe von Ascida fumigata**[1]). Denn auch dieser schwärzt sich bei Siedetemperatur augenblicklich, beim Absterben der Gewebe nach kürzerer oder längerer Zeit und erfährt auch durch Alkalien (Kali, Ammoniak) eine ähnliche Schwärzung wie bei seiner spontanen Zersetzung[2]). Bei Ascidia fumigata schwärzen sich die schwefelgelben inneren Organe beim Eintragen in siedendes Wasser ebenso wie die Lymphe beim Kochen; in beiden Fällen hebt stärkerer Säurezusatz die Schwärzung auf, auch wenn sich dieselbe bereits ausgebildet hatte: Die Farbe der sauren Lymphe, der sauren Organe ist eine grüngelbe, keine gelbbraune, wie solche sich häufig am Aplysinofulvin nach Säurezusatz einstellt. Der gelbe Farbstoff der Ascidienlymphe ist gleich dem Aplysinofulvin leicht löslich in Alkohol und Aether, schwieriger löslich in Wasser; alle seine Lösungen fluoresciren nicht und lassen keine Absorptionsbänder im Spectrum erkennen.

In allen diesen Reactionen erinnert der Lymphfarbstoff der Ascidia fumigata außerordentlich an das Aplysinofulvin, und

[1]) Die Farbe der Lymphkörperchen ist bei Ascidia fumigata nicht, wie *Camil Heller* (Unters. über d. Tunicaten des adriat. Meeres, II. Abth., Wien 1875, S. 7) angibt, eine grünliche, sondern (im unveränderten Zustande!) ein sehr reines Gelb.

[2]) Wie Herr Professor *G. von Koch* mir gütigst mittheilte, soll sich auch eine (um Neapel nicht seltene) gelbe Muricea beim Absterben an der Luft in ähnlicher Weise verfärben wie die Aplysina aërophoba.

ich bin lange zweifelhaft gewesen, ob in beiden Thieren nicht ein und dasselbe Pigment vorhanden sei. Das Zusammenleben beider Thiere, eigene Funde, wo der Schwamm und die Ascidie fest mit einander verwachsen waren, und fernerhin der Umstand, daß (wie es wenigstens nach den bekannt gewordenen Thatsachen allen Anschein hat) beide Thierarten ein gleiches Verbreitungsgebiet besitzen, wiesen sehr darauf hin, daß die Ascidie ihr gelbes Pigment aus der Aplysina aërophoba bezieht.

Dieser Auffassung stand nur ein Ergebniß meiner früheren Untersuchungen entgegen, nämlich die Beobachtung, daß sich die Ascidienlymphe durch Kohlensäure-, das Aplysinofulvin dagegen durch Sauerstoff-Aufnahme schwärzt. Die diesbezüglichen Versuche hatte ich, wie seiner Zeit angegeben wurde, an der Ascidienlymphe derart ausgeführt, daß die Gasarten in die Flüssigkeit geleitet und damit anhaltend geschüttelt wurden. Derartige Versuche haben nun allerdings für Wirbelthierblut stets unzweideutige Resultate zur Folge gehabt, sie sind aber, wie ich jetzt glaube, für die Körpersäfte vieler Wirbellosen nicht beweiskräftig, weil bei den Farbenveränderungen an diesen fermentative Wirkungen mit in's Spiel kommen, welche die Ergebnisse in gravitirender Weise beeinflussen können. Oftmalige Wiederholungen meiner Schüttelversuche mit Kohlensäure und Sauerstoff an der Lymphe von Ascidia fumigata haben mich denn jüngst auch gelehrt, daß, wenn mit der Lymphe verschiedener Individuen experimentirt wird, sich zwar häufig nach Einleiten von Kohlensäure eine Schwärzung der Lymphe einstellt, daß diese aber auch keineswegs immer ausbleibt, wenn man die Flüssigkeit statt mit Kohlensäure längere Zeit mit reinem Sauerstoffgase schüttelt. Läßt man jedoch die frische gelbe Ascidienlymphe in einem Glasrohre an der Luft stehen, so beobachtet man das nämliche Phänomen wie an der Hydrophiluslymphe: Die Melanose beginnt an der Oberfläche und schreitet ganz allmälig in der Flüssigkeits-

säule nach der Bodenfläche zu fort. Wegen dieses Verhaltens vermuthe ich jetzt, daß auch mit der Schwärzung der Ascidienlymphe eine Sauerstoffaufnahme verbunden ist, und daß der schwärzende Einfluß der Kohlensäure nur in einer zerstörenden Wirkung auf das Reductionsferment (ebenso wie bei Aplysina aërophoba) begründet liegt. Meine früheren, sich auf die Ascidienlymphe beziehenden, theoretischen Erörterungen haben demnach nicht, wie es mir damals schien, von einer Reduction des gelben Lymphfarbstoffes auszugehen, sondern von einer Zerstörung des vitalen Reductionsfermentes durch die Kohlensäure; in dieser modificirten Fassung behalten dieselben auch fernerhin ihre Bedeutung. Ob nun aber das Pigment in den schwarzen Mantelstellen der Ascidia fumigata wirklich durch den nämlichen melanotischen Proceß in der Lymphe gebildet wird, welchem dieselbe nach dem Tode der Gewebe unterliegt, muß vorläufig noch dahingestellt bleiben; denn es glückt nicht, den schwarzen Mantelfarbstoff durch Kochen mit Salzsäure in einer ähnlichen Weise aufzuhellen, wie es an der auf irgend eine Art (durch Alkalien, spontan oder durch Siedehitze) schwarz gewordenen Lymphe gelingt. Doch ließe sich immer noch daran denken, daß das Mantelschwarz nur ein resistenter gewordenes Umwandlungsproduct des melanotisch verfärbten gelben Lymphfarbstoffes ist, das dem frisch bereiteten Präparate in allen Eigenschaften nicht nothwendig zu gleichen braucht.

Kehren wir nach diesen Abschweifungen zur Beantwortung der Frage zurück, ob das gelbe Pigment der Lymphe von Ascidia fumigata veritables Aplysinofulvin oder ein davon unterschiedlicher Farbstoff ist, so bin ich trotz der großen Uebereinstimmungen, welche die diesbezüglichen Farbstoffextracte beider Thierformen aufweisen, durch Anwendung anderer Reagentien doch in den Stand gesetzt, die Frage nach der Identität der beiden Farbstoffkörper positiv zu verneinen. Schon die schwarzen

Oxydationsproducte erscheinen bei genauerem Vergleich sehr auffallend verschieden gefärbt; das des gelben Farbstoffes aus der Ascidienlymphe ist schwarzbraun, das Aplysinonigrin hingegen tief dunkel violett, tintenfarbig. Tröpfelt man ferner eine alkoholische Aplysinofulvinlösung in Ammoniakwasser, so entsteht ein braungelber Niederschlag, während das Präcipitat, welches unter den nämlichen Bedingungen eine alkoholische Lösung des Lymphfarbstoffes der Ascidia fumigata erzeugt, ein ganz anders gefärbtes, schmutzig braunes ist. Beim Verdünnen mit reinem Wasser färbt sich die alkoholische Lösung des Ascidiengelbs gelbgrün, die alkoholische Aplysinofulvinlösung dagegen blauviolett, und schließlich ist auch die Farbe der sauren alkoholischen Lösungen in beiden Fällen nicht die gleiche: Die des Aplysinofulvins ist eine braungelbe, die des Ascidiengelbs eine grüngelbe. Aus diesen Reactionsverschiedenheiten scheint mir die Nichtidentität der beiden Farbstoffe zur Genüge erwiesen.

Dem Aplysinofulvin sowie dem gelben Lymphfarbstoffe der Ascidia fumigata ähnelt in manchen Reactionen **das gelbe Pigment von Aethalium septicum,** das **Aethalioflavin.** Einige Eigenschaften dieses Farbstoffes sind bereits durch *Rodewald* und *Reinke*[1]) bekannt geworden. Es fanden diese Forscher, daß der Farbstoff löslich ist in Wasser, Alkohol und Aether[2]), daß derselbe beim Verdunsten des Lösungsmittels als amorphe orangegelbe Masse zurückbleibt und sich aus der wässrigen Lösung durch Aether ausschütteln läßt. „Auch in den Auszügen der Sporen", bemerken sie weiter, „ist dieser gelbe Farbstoff vorhanden. In ziemlich concentrirter, alkoholischer Lösung absor-

[1]) *Reinke, J.* u. *Rodewald, H.*, Studien über das Protoplasma. Berlin 1881, S. 43 u. 44.

[2]) Das Aethalioflavin löst sich mit rein gelber Farbe auch in Glycerin, Amylalkohol, Petroläther, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Terpentin- und Olivenöl.

birt derselbe die ganze stärker brechbare Hälfte des Spectrums etwa von der Wellenlänge 0,000520 an, ohne daß im übrigen Spectrum charakteristische Absorptionsmaxima hervortreten."

Wie ich mich durch eine Nachuntersuchung überzeugte, entsprechen diese Angaben vollkommen dem Thatbestande, aber zur genügenderen Charakterisirung des Aethalioflavins glaube ich die Mittheilungen der genannten Forscher noch durch folgende Ergebnisse meiner Untersuchungen vervollständigen zu sollen.

Die alkoholische Lösung des Farbstoffes färbt sich durch Essigsäure meist orange, durch kalte Natronlauge oft nur bräunlich gelb; die nach Säure- oder Alkalizusatz auftretenden Farbentöne sind nicht ganz constant und sehr abhängig von dem Concentrationsgrade der Lösung wie von der Menge des zugesetzten Reagens. Beim Verseifen mit siedender Natronlauge wird das Pigment blutroth, und weder Petroläther noch Aether nehmen Farbstoff aus der alkalischen Flüssigkeit (auch nicht nach dem Sättigen derselben mit Kochsalz) auf. Erst wenn die alkalische Lösung durch Essigsäure neutralisirt wird, gehen reichliche Farbstoffmengen in den Aether über, welche diesen gelb färben und ihm zugleich eine zwar wenig intensive, aber deutliche grüne Fluorescenz verleihen. Aus diesen Mißerfolgen einer versuchten Verseifung ergibt sich, daß ein gelber Fettfarbstoff, wie solche in der Thierreihe, von den Spongien bis zu den Säugethieren, weitverbreitet vorkommen und spectroskopisch durch 2 resp. 3 Absorptionsstreifen hinter oder um *F* charakterisirt sind, im Plasmodium von Aethalium septicum vollständig fehlt. Die Spectren aller Lösungen des Aethalioflavins zeigen eine diffuse Absorption des blauen Endes, aber keines derselben (auch nicht die Spectren der genannten grün fluorescirenden und der gelben Lösung des Farbstoffes in Schwefelkohlenstoff) weisen ein unterscheidbares Absorptionsband auf. Mit Jod-Jodkalium färbt sich das Aethalioflavin röthlich, mit concentrirter Schwefelsäure tief violett,

unmittelbar nachher aber braun, mit starker roher Salpetersäure orange, mit Eisenchlorid blaß violett; in den beiden letzteren Fällen verblassen die Farbentöne jedoch außerordentlich schnell.

Daß auch das Aethalioflavin einer Melanose, und zwar — was für die Beurtheilung der Mantelfarbe der Ascidia fumigata ganz besonders belangreich sein muß — einer vitalen Schwärzung unterliegen kann, ergibt sich aus folgenden Bemerkungen von *Reinke* und *Rodewald* (l. c., S. 44): „Wenn in den jungen, noch aus Protoplasma bestehenden Fruchtkörpern die Bildung der Sporen beginnt, so werden an der Oberfläche der Fruchtkörper häufig große farblose oder hellgelbliche Tropfen ausgeschieden, die beim Eindampfen und Erhitzen auf Platinblech einen organischen Rückstand und Asche hinterließen. Diese Tropfen färbten sich an der Luft anfangs hell, dann dunkel purpurroth und hinterließen beim Eintrocknen einen blauschwarzen Fleck. Unzweifelhaft wird hier in den jungen Fruchtkörpern zunächst ein farbloses Chromogen gebildet, welches dann, vielleicht durch Oxydation, jenen blauschwarzen, in der Sporenmembran aufgespeicherten Farbstoff liefert, welcher durch kein Lösungsmittel sich daraus gewinnen läßt."

Das Uranidin, der in Alkohol und Wasser lösliche gelbe Farbstoff aus der Hautdecke von Holothuria Poli. Die alkoholischen Lösungen des **Uranidins** — wie bekannt, so leicht zersetzbar, wenn die Extraction zu lange fortgesetzt wurde, der Alkohol mit der Haut der Holothurie zu lange Zeit in Berührung blieb — bleiben monatelang, zweifellos auch jahrelang haltbar, wenn der zur Extraction der Holothurienhaut benutzte Alkohol nach eingetretener Gelbfärbung möglichst rasch von den Geweben abgegossen und die alkoholische Farbstofflösung durch Filtration sofort gereinigt wird. So dargestellt, zeigt die gelbe alkoholische Lösung eine intensiv grüne Fluorescenz und wird durch Ammoniak flockig, durch Kalilauge gallertig gefällt, wäh-

rend sie selbst nach reichlichem Essigsäurezusatz (abgesehen von einer Abnahme ihrer Fluorescenz) weder eine Fällung noch eine Farbenveränderung erleidet. Tagelange Belichtung läßt die Farbe der alkoholischen Lösung gleichfalls unverändert, und ebenso verliert der alkoholische Auszug bei anhaltendem Kochen weder an Färbung noch an Fluorescenz. Mit concentrirter Schwefelsäure färbt sich die Flüssigkeit nur gelbbraun, und das Spectrum dieses Gemisches ist frei von Absorptionsstreifen. Nach dem Eindampfen des alkoholischen Auszuges auf dem Wasserbade bleibt der Farbstoff bräunlichgelb zurück und färbt sich alsdann mit concentrirter Schwefelsäure bräunlichroth, mit Eisenchlorid grüngelb; Jod-Jodkaliumlösung ist ohne Einfluß auf das Trockenpräparat, starke rohe Salpetersäure schwächt den Farbenton und läßt ihn bräunlicher werden.

Das Uranidin geht aus der Holothurienhaut nicht nur in Alkohol, sondern auch in Glycerin, in destillirtes wie in Essigsäure-haltiges Wasser über; auch ammoniakalisches Wasser nimmt ein wenig Farbstoff auf. Diese wässrigen Auszüge sind aber stets viel unreiner als die alkoholischen, weil gleichzeitig ziemlich viel braunes Pigment in's Wasser mitübergeht. Die möglichst rein gewonnenen Glycerin- und wässrigen Lösungen des Uranidins besitzen genau dieselbe Färbung und dieselbe schöne grüne Fluorescenz wie die alkoholischen Hautauszüge, mit welchen sie weiterhin auch darin übereinstimmen, daß ihr Spectrum ein nach dem blauen Ende hin zwar wenig scharf begrenztes, aber immerhin deutliches Absorptionsband hinter *F* (Taf. III, 1) aufweist. Aether, Benzol, Terpentinöl, Chloroform und Schwefelkohlenstoff nehmen das Uranidin aus der Haut nicht auf, wie denn auch das Trockenpräparat (gewonnen durch Eindampfen des alkoholischen Auszuges auf dem Wasserbade oder durch Fällen desselben mittelst Ammoniak) in diesen Flüssigkeiten nicht zu lösen ist. Während das auf Ammoniakzusatz in der alkoholischen Uranidinlösung ent-

standene gelbe Präcipitat nach dem Abfiltriren sich oft sehr haltbar (auch am Lichte) erweist, bräunt sich der in gleicher Weise durch Kalilauge abgeschiedene Niederschlag, obgleich dieser anfangs dieselbe Farbe als die Ammoniakfällung besitzt, oft schon nach 20 bis 30 Minuten; diese Erscheinung wird einer Kaliwirkung zuzuschreiben sein, denn möglichst rasch ausgewaschen, bleibt auch der Kaliniederschlag gelb, und sein Verhalten gegen Lösungsmittel machen es wie die Spectren dieser Lösungen sehr wahrscheinlich, daß in beiden Fällen durch das Alkali unverändertes Uranidin ausgefällt wurde. Gegen gewisse Reagentien verhalten sich die Alkaliniederschläge jedoch etwas anders als das durch Eindampfen des alkoholischen Auszuges trocken gewonnene Uranidin; denn ersteres Präparat färbte sich mit concentrirter Schwefelsäure unansehnlich bräunlich, durch Jodtinctur fleischfarben mit einem Stich in's Violette, und von starker Salpetersäure wurde es mit gelber Farbe gelöst, bald darauf aber vollkommen gebleicht. Diese Differenzen werden jedoch vielleicht nur auf Verunreinigungen in ein oder dem anderen Falle beruhen, und ich habe diese Reactionen überhaupt nur deshalb mitgetheilt, weil dieselben die Verschiedenheit des Uranidins einerseits von den gelben und rothen (spectroskopisch und durch die Schwefelsäure- wie Salpetersäurereaction gut charakterisirten) Chromophanen und ähnlich sich verhaltenden Farbstoffen als auch anderseits von dem Aethalioflavin beweisend darthun. Nicht weniger bestimmt als von diesen Pigmenten unterscheidet das Verhalten gegen concentrirte Schwefelsäure das Uranidin von dem Uranochromin, eines Zersetzungsproductes des Chlorochromins (vgl. S. 8).

Besser als alle übrigen bekannt gewordenen Substanzen, besser als das Aplysinofulvin, das Aethalioflavin, das Chlorochromin und der Bugulapurpur, lehren die am Uranidin aufgedeckten Verhältnisse die fermentativen Erscheinungen verstehen, welchen die in reinem Zustande so äußerst resistenten gelben

Pigmente beim Absterben der Gewebe unterworfen sind. Rasche Beseitigung der abgestorbenen Gewebselemente aus dem alkoholischen Auszuge der Holothurienhaut hilft hier allein schon das zersetzende Agens entfernen, was in den Vergleichsfällen erst durch eine umständliche Reinigung des Farbstoffes oder durch Siedehitze zu erreichen ist. Für das Uranidin ließ sich auch feststellen, daß nicht nur die tagelang conservirt gehaltenen, sondern auch die eine längere Zeit hindurch gekochten reinen Lösungen dieses Pigmentes, sobald sie wieder mit den Geweben der Holothurienhaut zusammengebracht werden, der Melanose nicht weniger rasch anheimfallen als eine Uranidinlösung, welche von Anfang an mit der Haut in Berührung blieb. Aus diesen Beobachtungen geht mit Bestimmtheit hervor, daß die Schwärzung resp. die Bräunung des Uranidins ein fermentativer Vorgang ist, von dem wir jedoch noch nicht zu sagen wissen, ob mit demselben (ähnlich wie bei dem Aplysinofulvin und bei den gelben Lymphfarbstoffen von Hydrophilus und Ascidia fumigata) eine Sauerstoffaufnahme nothwendig verbunden ist; nehmen wir dieses der Analogie wegen an, so wird die melanotische Umwandlung des Uranidins in der Weise zu erklären sein, daß beim Absterben der Hautgewebe ein Stoff entsteht, der als Oxydationsferment auf das Uranidin einwirkt.

Obschon die melanotisch sich verfärbenden gelben Thierpigmente in manchen Beziehungen unter einander außerordentlich verschieden sind, so werden dieselben doch durch mehrere Eigenschaften, von denen vor allen wieder die fermentative Schwärzung hervorzuheben ist, so eng mit einander verbunden, daß es besonders vom vergleichend-physiologischen Gesichtspuncte aus nöthwendig ist, dieselben unter einem Collectivnamen zu vereinigen. Als Prototyp dieser Classe von Pigmenten mag nun das Uranidin gelten, welcher Bezeichnung entsprechend ich diese Farbstoffe fernerhin als **Uranidine** zusammenfassen werde.

Anhang.

Ueber die Respirationsfermente.

Wie wir erfuhren, sind mehrere thierische Farbstoffe bekannt geworden, welche trotz ihrer sehr abweichenden optischen Merkmale darin unter einander übereinstimmen, daß sie mit Sauerstoff lockere chemische Verbindungen eingehen, aus welchen durch verhältnißmäßig schwach reducirende Mittel der Sauerstoff wieder zu entfernen ist. Die abwechselnde Umwandlung dieser Substanzen bald in das Oxydations- bald in das Desoxydationsproduct läßt sich an ihnen eine größere oder geringere Anzahl von Malen ausführen; ganz besonders interessant sind diese Körper aber deshalb, weil sich die Vorgänge der Sauerstoffaufnahme und der Sauerstoffabgabe schon äußerlich durch einen Farbenwandel an ihnen zu erkennen geben. Als Repräsentant dieser Classe von Pigmenten hat lange Zeit das Hämoglobin allein gegolten; erst in den letzteren Jahren sind ähnlich sich verhaltende Stoffe auch in den Körpersäften (Hämocyanin, Hämerythrin) und Geweben (Aphidin[1]), Bugulapurpur) bei Wirbellosen aufgefunden worden[2]). Wegen ihrer Fähigkeiten, den Sauerstoff locker chemisch zu binden und denselben bei eintretendem Sauerstoffmangel der Umgebung leicht wieder abzugeben, hat man diese Pigmente mit dem Respirationsgeschäfte in Beziehung gesetzt und sie als Respirationsstoffe bezeichnet, eine Auffassung, deren Richtigkeit sowohl durch Experimente wie durch pathologische Befunde für

[1]) Vgl. *Sorby, H. C.*, On the colouring matter of some Aphides. Quart. Journ. of mikr. Science. Vol. XI. N. S. 1871, p. 352—361.

[2]) Jene falschen oder rein willkürlichen Vorstellungen, welche sich an das Chlorocruorin *(Ray Lankester)*, an das Zoonerythrin *(Merejkowski)* und an das rothe Pigment in der Echinodermenhydrolymphe *(Foettinger)* knüpfen, sind am besten völlig zu ignoriren.

das hämoglobinhaltige Blut der Wirbelthiere, aber für dieses auch nur allein, hinlänglich verbürgt zu sein scheint.

Seitdem ich mich für die Frage nach der Betheiligung dieser sog. Respirationsfarbstoffe überhaupt zu interessiren begann, bin ich stets ein entschiedener Gegner der Ansicht gewesen, welche lediglich auf den beschriebenen, mit Sauerstoffaufnahme und Sauerstoffabgabe verbundenen Farbenwechsel hin dem Hämocyanin bei den Mollusken und Crustaceen, dem Hämerythrin bei den Gephyreen und dem Hämoglobin bei vielen anderen Wirbellosen ganz die nämliche Function vindicirt wie dem Hämoglobin für das Respirationsgeschäft der Warmblüter. Die Veranlassung dazu, daß ich mich nicht den voreiligen Schlußfolgerungen mehrerer anderer Autoren in diesem Puncte angeschlossen habe, gaben die großen specifischen und individuellen Differenzen, welche die Körpersäfte organisatorisch nahestehender oder identischer Formen in Betreff ihrer Farbstoffe darbieten. Fernerhin sprachen dagegen auch die Erfahrungen, daß bei versuchter Reduction resp. Oxydation der hämocyanin- oder der hämerythrinhaltigen Körperflüssigkeiten bald das Oxydations- bald das Reductionsproduct sich ausnehmend stabil verhielt, daß das eine Mal die Reduction schwer gelang, ein anderes Mal die Oxydation, und schließlich kann ich gegen jene Auffassung auch noch die Thatsachen geltend machen, daß eine hämocyanin- wie eine hämerythrinhaltige Lösung sich zwar eine ziemliche Anzahl von Malen reduciren und darauf wieder oxydiren läßt, daß sich diese Umwandlungen mit ungeschwächten Farbentönen an ihnen aber nicht annähernd so oft repetiren lassen als an dem hämoglobinhaltigen Wirbelthierblute oder an einer reinen Hämoglobinlösung. Das Hämocyanin und Hämerythrin gleichen in dieser Hinsicht vollkommen dem Bugulapurpur, und ich werde kaum fehl gehen, wenn ich auch zur Erklärung der genannten Schwankungen bei den Oxydations- und Reductionsversuchen an den hämocyanin- und häm-

erythrinhaltigen Körpersäften der Wirbellosen auf die Anwesenheit von (äußerlich nicht so wie diese sog. Respirations- oder Blutfarbstoffe in die Augen stechenden) fermentativen Materien, auf Respirationsfermente recurrire, welche, wie ich aus Analogiefällen schließen zu müssen glaube, für den Sauertoffaustausch bei diesen Thieren weit bedeutungsvoller sind als jene lymphatischen Pigmente. Daß auch dem Hämocyanin wie dem Hämerythrin eine gewisse, aber eben nur eine untergeordnetere Bedeutung für den Gasaustausch zukommen kann, scheint mir außer durch einige direct beweisende Versuche (z. B. an Cephalopoden) schon durch die Gegenwart dieser Substanzen in den Gewebssäften zur Genüge verbürgt. Aber ihre Aufgabe wird in den meisten Fällen viel weniger die sein, den Luftsauerstoff auf die innerlich gelagerten Gewebe übertragen, die Sauerstoffzufuhr und die Kohlensäureabfuhr ermöglichen zu helfen, als vielmehr darin bestehen, dem Organismus einen leicht aquirirbaren Sauerstoffproviant zu erhalten, schwungradartig die Gewebeathmuug zu regeln, damit nicht sofort eine Athemnoth eintritt, wenn die Respirationsbewegungen für eine kurze Zeit aussetzen, oder wenn von dem Thiere Medien passirt werden, welche außergewöhnlich arm an Sauerstoff sind.

Diese Betrachtung mag mit einer Tabelle abschließen, welche ich schon vor längerer Zeit entworfen und auch schon früher vor einer Gesellschaft von Fachgenossen näher erläutert habe. Wo die Bezeichnungen auf derselben wegen der mehr schematisch gehaltenen Ausführung für ein Verständniß einzelner Daten unzureichend bleiben mußten, sind die vorstehenden Aufsätze nachzusehen, welche die nähere Auseinandersetzung oder wenigstens deren Citat enthalten werden.

Erläuternde Uebersicht der Eigenschaften der fermentativ veränderlichen Pigmente.

a) Die Respirationsfarbstoffe mit Einschluß der Floridine.

		Farbe des Oxydations-producte	Farbe des Desoxydations-producte	Wirkung der Wärme	Wirkung des Lichtes	Wirkung von Säuren	Wirkung von Alkalien	Spectroskopisches Verhalten	Zur Erklärung des spontanen Farbenwechsels verlangtes Agens
Hämoglobin		hellroth (arteriell). Oxyhämoglobin	dunkelroth (venös). Red. Hämoglobin	zersetzend (Hämatin)	0	zersetzend (Hämatin)		für reduc. u. Oxyhämoglobin verschieden	(reine Hämoglobinwirkung)
Hämocyanin		blau	gelblich (Hämocyanogen)	zersetzend	0	zersetzend		0	wechselnde fermentative Nebenwirkungen
Floridine	Hämerythrin	roth	farblos (Hämerythrogen)	zersetzend	0	zersetzend		0	
	Bugulapurpur	violettpurpurn	gelblich (Bugulagelb)	oxydirend u. die Desoxydation verhindernd	beschleunigend bei der Desoxydation	spectroskopische Veränderung		Bugulagelb: 0 Bugulapurpur: 2 Absorptionsbänder zwischen D u. E und zwischen b u. F	Reductionsferment
	Das Floridin aus **Renicra purpurea**	kirschroth	? gelbbraun	zersetzend	0	fällend	fällend oder in Lösung verändernd	breiter Streifen zwischen D u. F	(reine Floridinwirkungen)
	Das Floridin aus **Hircinia variabilis**	purpurn mit gelber Fluorescenz	? bräunlichgelb	zersetzend	Desoxydation beschleunigend	fällend		breites Band zwischen D u. E	

b) Die melanotisch veränderbaren Pigmente (Uranidine).

Gelber Lymphfarbstoff von **Hydrophilus piceus**	braunschwarz	gelb	Oxydation inhibirend	0	0	0	0		Oxydationsferment (post mortem entstehend)
Gelber Lymphfarbstoff von **Ascidia fumigata**	braunschwarz	gelb	oxydirend	0	desoxydirend (grüngelb)	oxydirend	desoxydirt / oxydirt: 0		Reductionsferment (post mortem verschwindend)
Aplysinofulvin	tief dunkelviolett (Aplysinonigrin)	gelb	oxydirend	0	desoxydirend (braungelb)	oxydirend	desox. / oxyd.: 0		
Uranidin	? dunkelbraun	gelb mit grüner Fluorescenz	0	0	0	fällend	desox.: Band hinter F oxyd.: 0		Oxydationsferment

Aber nicht nur für ein Verständniß der Verfärbungen an den Uranidinen und Floridinen, nicht nur für die Umwandlungen der Respirationsfarbstoffe bei den Wirbellosen scheinen die von mir, wie ich hoffe, klar dargelegten fermentativen Processe von Bedeutung zu sein, sondern auch für die Pigmentbildung bei den Wirbelthieren wird kaum ein Erklärungsversuch der auffälligen Verbreitungsweise und der individuellen Verschiedenheiten, welche sich sowohl in der Anbildung als in der Ablagerung der einzelnen Pigmente offenbaren, dieser Annahme entbehren können. Vor allem ist es eine große Reihe von Thatsachen (sexuelle Farbstoffdifferenzen, Ausfall ein oder des anderen Pigmentes bei albinotischen Formen, scharfe Abgrenzung der einzelnen Farbstoffe an den Bärten ein und derselben Feder etc.), welche für die Färbung des Vogelgefieders in hohem Grade die Auffassung begünstigt, daß den am Aufbau der Feder betheiligten Zellen ein und derselbe Farbstoff (Coriosulfurin) durch den Säftestrom zugeleitet wird, welchen jede einzelne Zelle auf fermentativem Wege in einer für sie typischen Weise zersetzt; hierbei sind natürlich Fälle nicht ausgeschlossen, wo in verschiedenen Zellen auch der gleiche Farbstoff als Spaltungsproduct auftritt, und wo in Zellen das Coriosulfurin auch in unverändertem Zustande abgelagert wird. So erkläre ich mir, wie ich bereits früher kurz angedeutet habe[1]), die Entstehung des Zoonerythrins, des Picofulvins, des Psittaco- und Paradiseofulvins, des Araroths und die des Fuscins und glaube, bald weitere Thatsachen zur Stütze dieser Theorie mittheilen zu können.

[1]) *Krukenberg*, Vgl.-physiol. Studien, II. Reihe, II. Abth., 1882, S. 39 bis 42.

Ueber das Cyaneïn und das Asterocyanin.

Der in meinen „Vergl.-physiol. Studien“ (II. Reihe. II. Abth. S. 15 Anm. 1) gegebenen Uebersicht der besser bekannt gewordenen blauen, grün- und violettblauen Pigmente thierischer Herkunft ist der blaue Farbstoff nachzutragen, welcher sich durch die Einwirkung des Lichtes aus einem gelblichen Chromogene in dem Purpurdrüsensecrete mehrerer Muriciden bildet. Es liegen über den Purpur von Murex trunculus und M. brandaris einige Angaben von *Lacaze-Duthiers*[1]), *A.* und *G. de Negri*[2]) vor. Nach *de Negri* besteht derselbe bei M. trunculus aus zwei Farbstoffen, deren einer Indigo sein soll, welchen jene Forscher daraus dargestellt haben wollen. Mir gelang es aus dem Purpursafte von M. trunculus (in einem gewissen Stadium seiner Umsetzung) eine wässrige violettblaue Farbstofflösung zu erhalten, deren Spectrum ein breites Absorptionsband vor und um *E* zeigte (Fig. 1, 8); der Mangel an Material erlaubte mir weitere Versuche mit diesem Farbstoffe nicht, und ich mußte deshalb auch die Frage unentschieden lassen, ob der in dem Secrete der Muriciden unter Lichteinfluß entstehende Farbstoffkörper mit dem Punicin, dem durch *Schunck*'s Arbeiten[3]) gut bekannt

[1]) *de Lacaze-Duthiers, H.*, Mémoire sur la pourpre. Ann. d. scienc. nat. Zoologie. Sér. IV, T. XII, 1859, p. 5—84.

[2]) *de Negri, A.* u. *G.*, Ber. d. d. chem. Gesellsch., Jahrg. IX, 1876, S. 84 und Jahrg. X, 1877, S. 1099.

[3]) *Schunck, E.*, Notes on the purple of the ancients. Journ. chemical soc., 1879, p. 589 u. Ber. d. d. chem. Gesellsch., Jahrg. XII, 1879, S. 1358.

—, On the purple of the ancients. Journ. chem. soc., 1880, T. I, p. 613 u. Ber. d. d. chem. Gesellsch., Jahrg. XIII, 1880, S. 2087.

gewordenen Pigmente in dem Purpursafte von Purpura lapillus und P. patula, identisch ist.

Mehr vermag ich anzugeben über den blauvioletten Farbstoff der Medusen, von welchem mir die Schirmränder großer Exemplare von Rhizostoma Cuvieri hinreichende Quantitäten lieferten. Ueber chemisch ähnlich sich verhaltende blaue Cölenteratenfarbstoffe[1]) liegen zwei Mittheilungen vor.

A. und *G. de Negri*[2]) untersuchten den tief blauen Farbstoff von Velella limbosa. Sie fanden, daß sich derselbe nach dem Tode des Thieres rasch verändert, in Aether, Chloroform, Benzin und Schwefelkohlenstoff unlöslich, in Wasser aber zu einer beim Erhitzen gelb werdenden Flüssigkeit löslich ist, welche Lösung durch Säuren roth, durch Alkalien amethystfarben gefärbt wird, und daß Neutralisation des Alkalis durch eine Säure die Blaufärbung nicht wiederherstellt. Auf Zusatz von unterchlorigsaurem Kalk und Terpentinöl sahen sie die blaue wässrige Lösung sich entfärben, durch Aceton und Bittermandelöl dieselbe sich röthen. Das Spectralverhalten der Farbstofflösungen soll nichts Bemerkenswerthes bieten; von den Farbstoffen in den Hautsecreten von Murex und Aplysia soll sich der der Velella durch das Fehlen charakteristischer Absorptionsstreifen unterscheiden.

---

[1]) Sehr abweichender Natur scheint der blaue Farbstoff der Heliopora coerulea zu sein, welcher, wie *H. N. Moseley* (On the colouring matters of various animals. Quart. Journ. of microsc. Science. Vol. XVII. N. S., 1877, p. 2) fand, sich nach Salzsäureeinwirkung in Alkohol mit intensiv blauer Farbe löst, ohne vorausgegangene Behandlung mit Salzsäure aber, ebensowenig wie in dieser, in Ammoniak, Kalilauge und in Alkohol löslich ist. Die blaue, salzsäurehaltige alkoholische Lösung färbt sich mit Alkalien schmutzig grün, wird durch Salzsäure aber wieder blau; ihr Spectrum gibt keinen Absorptionsstreifen. Durch Salpetersäure wird der Farbstoff zerstört.

[2]) *de Negri A.* u. *G.*, Sulla materia colorante della Velella limbosa. Gazz. chim. ital. Vol. VII, fasc. IV, 1877, p. 219 und Ber. d. d. chem. Gesellsch. Jahrg. X, 1877, S. 1099 u. 1100.

M' Kendrick[1]) untersuchte das blaue Pigment bei Cyanea und Aurelia; seine Ergebnisse sind folgende: Wie aus Chrysaora der braune, so ist auch aus Cyanea und Aurelia der blaue Farbstoff, welcher hier in kleinen unregelmäßigen Körnchen und nicht in diffuser Vertheilung im Protoplasma abgelagert sein soll, weder durch Druck oder durch Kochen noch durch Mineralsäuren, Alkalien, Alkohol oder Aether zu entfernen. Nur durch etwa 36 Stunden lang fortgesetztes Maceriren der Gewebe in Seewasser gelang es, den Farbstoff in Lösung zu bringen. Die Farbstofflösung von Cyanea war himmelblau, die von Aurelia schwach rosa. Weder Aether noch Alkohol nahmen Farbstoff aus der Flüssigkeit auf; Ammoniak bewirkte eine starke vollständige Fällung des Farbstoffes, die durch Säuren wieder zu lösen war. Das Pigment ist demnach in sauren Flüssigkeiten löslich, unlöslich dagegen in alkalischen und neutralen. Ganz frische Medusen reagiren auf Lackmus völlig neutral; irgendwelche alkalische Reaction ließ sich an ihnen nicht feststellen. Im lebenden Thiere findet sich der Farbstoff als körnige Ausscheidung, weil das Medium alkalisch oder neutral ist. Der Farbstoff muß deshalb auch in den Zellen gebildet sein, — ein Vermögen, welches in gleichem Maße die Epidermis anderer Thiere besitzt. Nach dem Tode wird das Gewebe der Medusen, ähnlich den Wirbelthiermuskeln bei der Todenstarre, sauer, ihr Protoplasma zersetzt sich, und das Pigment diffundirt hindurch. Während im Spectrum des gelbbraunen Pigmentes der Chrysaora kein Absorptionsstreifen unterscheidbar ist, zeigt das Spectrum des Cyanea-Infuses zwei Bänder, eines im Roth, das andere im Orange, welche aber von den beiden Streifen im Spectrum einer blauen Stentorinlösung in der Lage differiren.

Die Eigenschaften des kornblauen Farbstoffes in den Rand-

[1]) *M'Kendrick*, Colouring matter of Medusae. Journ. of anat. and physiol. Vol. XV, 1881, p. 261—264.

lappen der Scheibe und den Armkrausen der Rhizostoma Cuvieri[1]), dessen Identität mit den blauen Körpern in Cyanea, Aurelia und Velella ich indeß keineswegs behaupten will — entsprechen nicht ganz diesen Angaben.

Wie schon *Claus*[2]) mittheilte, ist sowohl die intensiv blaue bis violette Färbung der Randlappen wie der Armkrausen bei Rhizostoma an ein diffuses Pigment der Gallertsubstanz gebunden, und ich kann hinzufügen, daß sich dieselbe beim Eintrocknen der Gewebe (was am besten auf geneigt gestellten Porcellanplatten bei intensivem Sonnenlicht geschieht) erhält, durch stärkeren Alkali- oder Säurezusatz, durch Alkohol, Chloroform etc. aber schon in den Geweben verändert wird, indem der blaue Farbstoff in einen rothbraunen übergeht, welcher vielleicht mit dem von *Eschscholtz* für alte, Eier tragende Rhizostoma-Exemplare hervorgehobenen chemisch übereinstimmt.

Der blaue Farbstoff der Rhizostoma, den ich **Cyaneïn** zu nennen vorschlage, ist leicht löslich in Wasser, in schwach salzhaltigem, wie es scheint, noch besser zu lösen als in destillirtem; auch durch schwach ammoniakalisches wie schwach angesäuertes Wasser erfährt derselbe keine auffälligere Veränderung, während er nach stärkerem Säurezusatz in unansehnlichen roth- oder gelb-

---

[1]) Ueber die Farbennuancen der Rhizostoma Cuvieri berichtete eingehender bereits *Fr. Eschscholtz* (System der Acalephen. Berlin 1829, S. 50). Er sagt: „Was die Farbe anbelangt, so ist das Thier in der Regel milchweiß, durchscheinend, oft stellenweise kornblau schimmernd, bisweilen fast ganz bläulich. Die Randlappen der Scheibe sind beständig sehr schön blau mit violettem Anstriche. Häufig sind auch die krausen Ränder der Anhänge ganz oder theilweise violett. Bei den großen eiertragenden Individuen aber findet man dieselben gänzlich rothbraun. Am schönsten ist die milchweiße sowohl als die violette Farbe in den kleinen Exemplaren; in den alten eiertragenden dagegen schimmert alles in's schmutzig Röthliche".

[2]) *Claus, C.*, Studien über Polypen und Quallen der Adria. I. Acalephen. Sonderabdr. a. d. Denkschr. d. math.-naturw. Classe d. k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. XXVIII, 1877, S. 50.

braunen Flocken aus der Lösung ausfällt und durch Alkalien alsdann nicht zu regeneriren ist. Natronlauge wie Ammoniak färben die wässrigen Lösungen amethystfarben.

Am zweckmäßigsten bringt man den Farbstoff aus den Geweben derart in Lösung, daß man die blauen Schirmränder in bereits erwähnter Weise an der Luft trocknet, die hornartig erhärteten Gewebe darauf möglichst fein zerschneidet und mit wenig Wasser zerreibt.

Sehr ähnliche Veränderungen wie durch starken Säurezusatz erfahren die kornblauen, wässrigen Cyaneïnlösungen durch Alkohol, Aceton, durch größere Mengen von Acetaldehyd, beim Schütteln mit Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff oder Amylalkohol. Während Essigsäure, Baldriansäure und Phenol die nämliche Veränderung an dem Farbstoffe noch rasch, Benzoësäure und Aluminiumsulfat erst nach einiger Zeit bewirken, zersetzen einige schwache Säuren (z. B. Gerbsäure, Pyrogallussäure und Borsäure), auch wenn die Farbstofflösung mit diesen Substanzen gesättigt wird, das Cyaneïn selbst nach Tagen nicht; wie beim Eintragen von viel Kochsalz fällt nach dem Zusatze dieser Stoffe das Cyaneïn mehr oder weniger vollständig, aber in unveränderter Beschaffenheit flockig aus.

Schon auf einen geringen Zusatz von neutralem oder basischem Bleiacetat scheidet sich das Cyaneïn als blauer Niederschlag aus seiner Lösung ab, während Quecksilberchlorid auf die Farbstofflösung ohne Einfluß ist, und auch Eisenchlorid, Kupfersulfat, Ferrocyankalium, Jod-Jodkaliumlösung und Oelsäure nicht sichtlich auf das Cyaneïn einwirken. Glycerin röthet die wässrige Cyaneïnlösung nicht, durch Verreiben mit Glycerin den Geweben das Pigment direct zu entziehen, gelang mir jedoch nicht; das Cyaneïn verhielt sich als unlöslich in Glycerin. Schließlich sei noch erwähnt, daß auch nach wiederholtem anhaltendem Schütteln mit Aether oder Terpentinöl die Cyaneïnlösung ihre ursprüng-

liche Farbe bewahrt, daß diese durch Salpetersäure völlig zerstört wird und auch nach reichlicherem Salzsäurezusatz in ein sehr mattes Roth übergeht.

Das durch chemisch reine Gerbsäure aus seinen Lösungen flockig und vollständig niedergeschlagene Cyaneïn läßt sich leicht auf einem Filter sammeln, mit Wasser auswaschen und eignet sich vortrefflich zu einigen Elementarversuchen. Mit Soda und Salpeter geschmolzen, erwies sich das Präparat als verhältnißmäßig sehr arm an Schwefel und als frei von Mangan, auf einem Platinbleche verascht als kupferfrei, aber als eisenhaltig.

Bei successiver Erwärmung seiner wässrigen Lösung färbt sich das Cyaneïn bei 55—60° *C.* purpurn, ohne jedoch (wie der sogleich näher zu präcisirende spectroskopische Befund lehrt) schon in diesem Stadium tiefgreifender verändert zu werden. Ebenso wie es zur völligen Zersetzung des Pigmentes einer stärkeren Säuerung bedarf, ist auch ein höherer Temperaturgrad erforderlich, um das Cyaneïn in den bräunlichen unlöslichen Körper überzuführen, der weder durch Abkühlen und Schütteln der Flüssigkeit mit Luft noch durch Alkalien in Cyaneïn zurückzuverwandeln ist.

Die Lösungen des Cyaneïns sind spectroskopisch durch 3 Absorptionsbänder charakterisirt, welche in der schwach ammoniakalischen und schwach sauren Flüssigkeit (Fig. 1, 5 u. 6) ziemlich dieselbe Lage einnehmen als in der rein wässrigen (Fig. 1, 2), und von denen das zweite Band oft zwei Absorptionsmaxima unterscheiden läßt (Fig. 1, 5 u. 6); in der amethystfarbenen stark alkalischen Lösung (Fig. 1, 4) erscheinen die Streifen dem blauen Ende des Spectrums um Weniges näher gerückt, eine Verschiebung, welche in genau derselben Weise eintritt, wenn die wässrige Farbstofflösung auf 56° *C.* erwärmt wird, in Folge dessen ihr Farbenton gleichfalls in's Purpurviolette umschlägt (Fig. 1, 3). Ungleich mehr dem rothen Ende genähert erscheinen die 3 Spec-

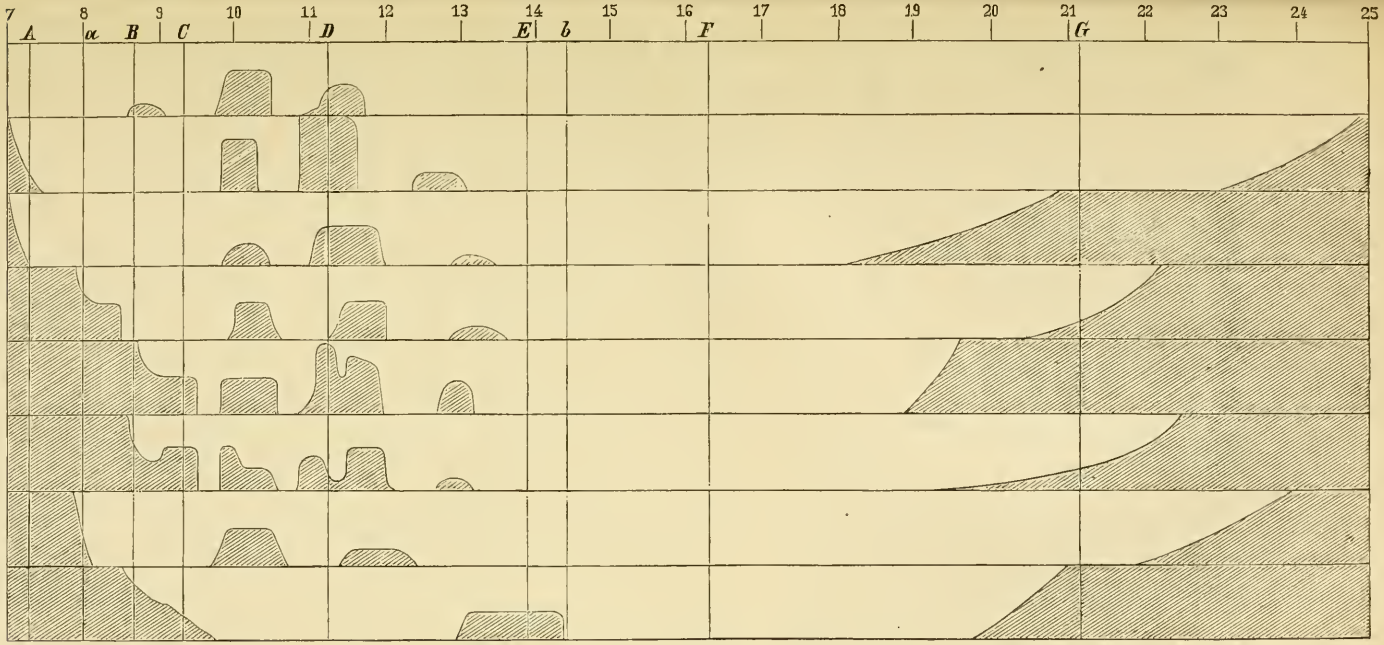


Fig. 1. Spectren blauer Pigmente thierischer Herkunft.
1. Cyanein-haltiger Schirmrand von Rhizostoma Cuvieri (im getrockneten Zustande untersucht).
2. Cyanein aus derselben Meduse in Wasser gelöst.
3. Dioselbe Lösung nach ihrem Erwärmen auf 56° C.
4. Lösung 2 nach geringem Zusatz von Ammoniak.
5. Cyanein direct in verdünnter Ammoniakflüssigkeit gelöst.
6. Lösung 2 mit Essigsäure angesäuert.
7. Asterocyanin in Wasser gelöst (vor oder nach Salzsäurezusatz).
8. Purpursaft von Murex trunculus mit Wasser verdünnt.

tralbänder, wenn der blaue Schirmrand der Meduse direct vor den Spalt des Spectralapparates gebracht wird (Fig. 1, 1). In keinem Falle jedoch gleichen die Bänder ihrer Lage nach denen, welche nach *Moseley*[1]) das Polyperythrin — jener krapprothe Farbstoff, welcher von diesem Forscher außer bei Corallen und Actinien auch bei einer rhizostomen Acalephenform (Cassiopeia) der Tiefsee aufgefunden wurde — aufweist. Der durch Säuren, Alkohol, Chloroform etc. roth bis braungelb gewordene Farbstoff zeigt spectroskopisch nichts Bemerkenswerthes; in Wasser vertheilt, erkennt man von Absorptionsbändern in seinem Spectrum nichts.

Abgesehen von einigen weniger in's Gewicht fallenden Differenzpuncten zwischen *M'Kendrick's* und meinen Untersuchungen würde sich der blaue Farbstoffkörper der Cyanea von dem der Rhizostoma dadurch wesentlich unterscheiden, daß das Spectrum des ersteren zwei, das des letzteren dagegen drei wohl umgrenzte Absorptionsbänder aufweist. Ich vermuthe indeß, daß *M'Kendrick* bei seinen Untersuchungen einen Absorptionsstreifen übersehen hat, und daß die beiden Farbstoffe thatsächlich übereinstimmen, wie es beim Vergleich seiner Angaben mit den meinigen mindestens sehr wahrscheinlich werden muß. Aus diesem Grunde habe ich auch für das Rhizostomablau den Namen Cyaneïn gewählt, welcher, falls durch Nachuntersuchungen eine Verschiedenheit zwischen ihm und dem blauen Pigmente der Cyanea (speciell der C. capillata) dargethan werden sollte, allerdings besser als Bezeichnung für den Farbstoff der Cyanea Verwendung fände.

An einigen Astropecten aurantiacus, die zu einem andern Zwecke als zur Untersuchung ihrer Pigmente in schwachem Alkohol von mir conservirt waren, beobachtete ich, als ich dieselben auf Porcellantellern eintrocknen ließ, das Auftreten einer stellen-

[1]) *Moseley*, *H. N.*, l. c., p. 2—4.

weise ziemlich intensiven Blaufärbung. Die Bläuung bildete sich entsprechend dem Verdunsten des Alkohols aus und wurde ambulacralseits an den kalkreichen Wülsten der Arme besonders deutlich. Diese Stellen waren durch kein anderes Pigment als durch das blaue tingirt, ihr ursprüngliches Orange war im Alkohol vollständig verschwunden, und es konnten deshalb die nur oberflächlich blau gefärbten Schichten unschwer rein abgetragen werden.

Das blaue Pigment, für welches ich den Namen **Asterocyanin** in Anspruch nehmen möchte, ging mit tiefblauvioletter Farbe leicht in Wasser über; durch mehrmalige Filtration ließ sich die Lösung von den suspendirten Kalktheilchen reinigen und klar erhalten. Dieselbe ist bemerkenswerth durch ihr spectroskopisches Verhalten und durch die Veränderung, welche sie beim Erhitzen erfährt. Das Spectrum der Flüssigkeit weist zwei scharf markirte Absorptionsbänder auf, welche in Hinsicht auf ihre Lage und Intensität auf Fig. 1, 7 dargestellt sind. Erst bei einer Erwärmung über 80° *C.* tritt in der Asterocyaninlösung ein Umschlag der Farbe in's Weinrothe ein, gleichzeitig damit verschwinden die beiden Spectralbänder; wird die Flüssigkeit darauf aber wieder abgekühlt, und ist dieselbe wieder lufthaltig geworden, so hat sich auch wenigstens ein Theil des Asterocyanins regelmäßig regenerirt. Alkohol, Chloroform wie Natronlauge wirken auf den Farbstoff ähnlich wie eine Temperaturerhöhung über 80° *C.*, doch scheint das Zersetzungsproduct in jenen Fällen ungleich resistenter zu sein. Salzsäure vertieft nur den blauen Farbenton der Lösung, hilft den durch Natronlauge veränderten aber nicht in Asterocyanin zurückverwandeln. Selbst nach reichlichem Ammoniakzusatz bleibt eine Asterocyaninlösung blau. Durch Quecksilberchlorid wie durch Gerbsäure wird der Farbstoff nur theilweise, durch neutrales Bleiacetat vollkommen mit unveränderter Farbe gefällt. Durch Salpetersäure wird die Farbstoff-

lösung bis auf einen gelblichen Ton gebleicht. Zur Anstellung weiterer Reactionen genügte die gewonnene Farbstoffmenge nicht[1]).

[1]) Den blauen, wie seit *Focillon's* Untersuchungen (Sur les couleurs du test des Crustacés. Compt. rend., T. 33, 1851, p. 384—385) bekannt ist, in prismatischen Krystallen beim Flußkrebs unter der Chitindecke abgelagerten Farbstoff, der vielleicht passend **Cyanokrystallin** zu nennen wäre, in der nämlichen Weise wie das Cyaneïn und Asterocyanin durch Behandeln der Gewebe mit Wasser, mit 1-, 5-, 10%iger oder concentrirter Kochsalzlösung in der Kälte unzersetzt zu lösen, gelang mir nicht. Man weiß lange, daß Alkalien, Säuren, Alkohol etc. etc. das Cyanokrystallin bald röthen, und auch durch destillirtes Wasser wird dasselbe beim Kochen, wie ich gegentheiligen Angaben gegenüber hervorheben muß, nicht weniger rasch in den rothen Farbstoff umgewandelt als beim Kochen mit salzhaltigem Wasser. Concentrirte Kochsalzlösung färbte sich, mehrere Tage mit frischen Krebspanzern in Berührung gelassen, grünlich, und es wäre immerhin denkbar, daß dabei etwas blaues Pigment in die Lösung unzersetzt übergegangen war; Absorptionsbänder zeigte das Spectrum dieser Flüssigkeit nicht, und thymolisirte schwächere Kochsalzlösungen (1-, 5- und 10%ige) zerstörten das Pigment, sodaß eine Extraction mit diesen, bei Abwesenheit von Thymol, wegen eintretender Fäulniß längere Zeit nicht zu unterhalten war. Das Cyanokrystallin ist außer durch seine Farbe somit gegenwärtig nur durch seine Krystallisationsfähigkeit und durch seine ausnehmend leichte Zersetzbarkeit charakterisirt.

Beiträge zur Kenntniß der Actinienfarbstoffe.

(Hierzu Taf. IV.)

Das tief dunkelpurpurfarbige Pigment des Cerianthus membranaceus geht leicht in ammoniakalisches Wasser über, während angesäuertes Wasser davon nur äußerst wenig (mehr in Suspension befindlich als wirklich gelöst) aufnimmt, und auch durch die Lösungsmittel der Lipochrome das Pigment den Geweben nicht zu entziehen ist. Eine ammoniakalische Lösung des Cerianthusfarbstoffes, der als **Purpuridin** bezeichnet werden kann, zeigt ziemlich die nämliche Farbe als das unveränderte Gewebe; die Färbung ist ein gesättigtes Purpurroth, dem sich bei gewissen Stellungen noch eine blaue Fluorescenzfarbe hinzuaddirt. Eine mit kalihaltigem Wasser bereitete Purpuridinlösung ist verglichen mit einer ammoniakalischen reiner roth (kirschroth) gefärbt und fluorescirt ungleich schwächer. Spectroskopisch sind diese Farbstofflösungen ohne Interesse; Absorptionsbänder lassen die Spectren derselben nicht erkennen. Nach Jod-Jodkalium- wie nach Kupfersulfatzusatz zeigt die ammoniakalische Flüssigkeit gleichfalls keine charakteristischen Reactionen; beim Kochen bleibt ihre Farbe unverändert, durch starke Salpetersäure wie durch concentrirte Schwefelsäure wird sie entfärbt, weniger vollständig durch Salzsäure. Durch Chlor wird das Purpuridin bis auf einen sehr schwach gelblichen Ton gebleicht.

In der Natur des Farbstoffes wird es begründet liegen, daß das eine Exemplar von Cerianthus rothbraun, ein anderes purpurn und ein drittes fast violett gefärbt erscheint. Geringe Ab-

weichungen in der Dicke, der Pellucidität und dem Wassergehalte der ectodermalen Schichten können unter diesen Umständen, ohne daß irgend ein Unterschied in der Pigmentablagerung ersichtlich wird, den Farbenton des Thieres in bezeichneter Weise modificiren. Vielleicht nur mit Unrecht werden deshalb von *v. Heider*[1]) Cerianthus membranaceus var. fusca und var. violacea auf Grund ihrer äußerlich so großen Farbendifferenzen unterschieden.

Dem Purpuridin des Cerianthus scheint das rothe Pigment der Actinia mesembryanthemum chemisch nahe zu stehen. Dieses verhält sich den Lösungsmitteln gegenüber und auch spectroskopisch wie jenes; nur wird es von alkalischem Wasser viel weniger leicht aufgenommen als das Purpuridin, weshalb reine Farbstofflösungen nicht zu erhalten waren, und ein genaueres Studium der Reactionen dieses Pigmentes vorläufig unterbleiben mußte.

Die Vertheilung des Purpuridins in den Geweben von Cerianthus hat bereits *v. Heider*[2]) zum Object einer histologischen Untersuchung gemacht, deren Resultate er in folgenden Sätzen wiedergibt: „Ich konnte bei Cerianthus ebensowenig wie bei Sagartia eine besondere Pigmentschicht des Ectoderms nachweisen und halte auch jetzt die Ansicht fest, daß die mannigfache Färbung dieser wie aller Actinien durch Pigmentanhäufung in den Drüsenzellen und in den Entodermzellen erzeugt wird. Ich fand wohl zuweilen über dem Interbasalnetze zwischen den parallelen Fasern Körnchen zerstreut, die nichts anderes sein konnten als Farbkörperchen; dieselben waren jedoch nicht constant und immer in so geringer Masse zu sehen, daß eine intensive, gleichmäßige Farbe dadurch nicht erzeugt werden dürfte."

---

[1]) *v. Heider, A.*, Cerianthus membranaceus *Haime*. Ein Beitrag z. Anatomie der Actinien. Sonderabdr. a. d. Sitzb. d. k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. 79, I. Abth. 1879, S. 7.

[2]) *v. Heider, A.*, l. c., S. 23.

Die intensive Färbung des Cerianthus durch ein Pigment, welches gerade bei den Actinienformen vermißt wird, welche über anderartige (braungelbe bis gelbgrüne) Farbstoffe verfügen, das gewiß außer allem Zweifel stehende autochthone Vorkommen dieses Pigmentes im Cerianthuskörper regen wie kaum ein anderer Befund die Frage an, ob jene kernhaltigen, scharf contourirten, ja selbst durch eine deutliche Membran vom Protoplasma der Entodermzellen abgekapselten sog. „gelben Körperchen" Producte des Thierkörpers oder nur eingewanderte Algen sind.

Es ist, seitdem ich von *Hertwig's* [1]) Deutung der sog. „gelben Zellen" der Actinien Kunde erhielt, für mich stets sehr merkwürdig gewesen, daß gerade die purpuridinführenden Actinienspecies (Cerianthus, Actinia mesembryanthemum) vor dem Algeneindringling gefeit sind. Diese Ueberlegung wurde für mich Veranlassung, an einer „gelbe Zellen" führenden Actinienart (Anthea Cereus) Versuche zur Klarlegung der Function resp. der Herkunft dieser Gebilde auszuführen. Um so nothwendiger erschienen mir derartige Untersuchungen, als die für die Parasitennatur der „gelben Zellen" vorgebrachten Beweisgründe fast ausschließlich histologische sind, vergleichend-physiologische Fragen aber selbstverständlich nur auf experimentellem Wege gelöst werden können.

Ich halte es für geboten, der Besprechung meiner Versuchsergebnisse eine kurze Kritik der Schriften vorauszuschicken, durch welche ein parasitärer Charakter der gelben Zellen sehr einleuchtend geworden zu sein scheint.

Hertwig's, welche die gelben Zellen bei verschiedenen Actinienarten untersuchten, ihren Kern und ihre Membran entdeckten, faßten ihre Ansicht (l. c., S. 496 und 500) in folgenden Sätzen zusammen: „Die gelben Zellen sind es, welche die Färbung mancher

[1]) *Hertwig, O.* u. *R.*, Die Actinien. Jena'sche Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XIII, 1879, S. 495—500.

Actinienarten bedingen. Die gelbgrüne Färbung der Anthea, die braune der Adamsia wird nicht durch Farbstoffe im Ectoderm und in der Stützlamelle, sondern einzig und allein durch das mit den kugligen Körpern beladene Entoderm verursacht. Daher sind auch bei anderen Actinien, denen die gefärbten Körper fehlen, so z. B. bei Sagartia parasitica die Tentakeln im ausgedehnten Zustand vollkommen durchscheinend." — „Die gelben Zellen der Actinien sind wahrscheinlich niederste einzellige Algen."

Hertwig's Meinung, daß die gelben Zellen der Actinien Parasiten sind, stützt sich wesentlich auf folgende Puncte: 1. auf den histologischen Bau (Membran und Kern) dieser Gebilde, 2. auf ihr Verhalten außerhalb des Körpers, 3. auf ihre Verbreitungsweise unter den Actinien und 4. auf ihre Aehnlichkeit mit den gelben Zellen der Radiolarien.

Zu 1. sei bemerkt, daß die Membranbildung bei den Thieren viel zu wenig studirt ist, als daß sie gegenwärtig zu einem derartigen Schlusse überhaupt berechtigen kann. Wurde schon die Membran der gelben Körper selbst von einem so genauen Untersucher, wie *v. Heider* ist, übersehen resp. als scharfer Contour gedeutet, so muß die Wahrscheinlichkeit von vornherein außerordentlich groß sein, daß sich analoge Befunde, wenn man besonders auf sie ausgeht, auch noch an anderen Plätzen des Organismus, bei anderen Wirbellosen constatiren lassen werden. Jedenfalls bin ich außer Stande, durch den Nachweis einer Membran und eines Kernes die Parasitennatur der gelben Zellen als sehr wahrscheinlich gemacht, geschweige als bewiesen zu erachten, denn Befunde, die nur deshalb fremdartig erscheinen müssen, weil auf ähnliche Verhältnisse die Aufmerksamkeit nicht in erwünschtem Maße bislang gerichtet war, können nicht als Argumente Verwerthung finden.

Ad 2. Gewiß nicht ganz unbeeinflußt von *F. E. Schulze's*

schöner Entdeckung [1]) (welche seltsamer Weise von allen neueren Vertretern einer Symbiose der Cölenteraten mit Algen unberücksichtigt gelassen wurde), daß im Körper von Spongelia pallescens eine fadenförmige, verzweigte, rosenrothe Floridee und in Gestalt braunrother Fäden eine zweite Algenart (Oscillaria Spongeliae) vegetiren, daß hier bei diesen Algen auch Andeutungen einer Theilung, bei der Oscillaria einer schraubenförmigen Bewegung bemerkbar werden, — ist man bestrebt gewesen, ähnliche Theilungs- und Wachsthumsvorgänge auch an den gelben Zellen der Actinien zu beobachten. Man hat sich damit begnügt, die Thatsache festzustellen, daß die gelben Zellen sich in dem abgestoßenen Schleime der Actinien noch längere Zeit erhalten, daß sie sich darin vielleicht auch durch Theilung vermehren. Diese Beobachtungen scheinen mir für einen Schluß auf parasitäre Bildungen aber ebensowenig auszureichen als die Befunde von Kernen und Membranen; denn auch über die Lebensfähigkeit organisirter Theilstücke herrscht noch ein tiefes Dunkel, auch hier kommen Verhältnisse zur Sprache, welche bislang wenige Untersucher gefunden haben. Man weiß nur soviel, daß die einzelnen Zellen eine Abtrennung vom Gesammtorganismus ungleich gut ertragen, einige ausnehmend lange, andere dagegen sofort absterben, daß in einem geeigneten Medium aber auch für eine Transplantation sehr empfindliche Theile lebensfähig bleiben können. Allerdings ist ein sehr fühlbarer Mangel unserer Kenntnisse darin zu bemerken, daß über die Beständigkeit der einzelnen Gewebe, der einzelnen Bausteine des Organismus nach ihrer Loslösung aus dem physiologischen Verbande ausnehmend wenig bekannt ist; aber sicherlich kann uns aus dieser Lücke unseres Wissens nicht das Recht erwachsen, alle Erwartungen,

[1]) *Schulze, F. E.*, Unters. über den Bau und die Entwicklung der Spongien. VI. Mitth. Die Gattung Spongelia. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXII, 1879, S. 147—149.

welche sich an die Transplantationsversuche, an die Selbständigkeit gewisser abgelöster Körpertheile — von Stücken, welche isolirt nicht selten als selbständige Organismen, im Verbande mit dem übrigen Organismus nur als Parasiten imponirten — knüpfen lassen, zu ignoriren und nur aus Vorliebe für einen besondern Erklärungsversuch auf Grund z. Z. unverständlicher Thatsachen uns zu Behauptungen veranlaßt zu sehen, welche experimentell zu stützen man sich wenig gewillt zeigt.

Indem ich es für zweckmäßig halte, die Besprechung des Punctes 3 nachträglich erfolgen zu lassen, und zu 4 bemerke, daß jener Vergleich uns in der schwebenden Frage unmöglich weiterhilft, da eben die Function und das Wesen der gelben Zellen der Radiolarien nicht verständlicher wurden als die Natur der gelben Körper im Entoderm der Actinien, bemerke ich, daß derjenige Versuch, welcher die Frage nach dem Parasitismus der gelben Körper endgültig entscheiden könnte, noch nicht ausgeführt wurde. Dieses Experiment würde darin bestehen, ungefärbte Varietäten von gelben und grünen Actinienformen durch ein Zusammenleben mit gefärbten Varietäten oder nahe verwandten Species diesen gleichsinnig zu färben oder, was vom Standpuncte der Parasitenlehre aus dasselbe heißen würde, mit den gelben Zellen zu inficiren. Mir war es leider nicht vergönnt, meine diesbezüglichen Erfahrungen in beweiskräftigem Maße auszudehnen; nur das vermag ich auszusagen, daß weiße Sagartien durch wochenlanges Zusammenleben mit braunen ihr Weiß nicht einbüßten, und ähnliche Erfahrungen gesammelt zu haben verbürgten mir Forscher, welche monate-, selbst jahrelang ungefärbte Sagartien und Antheen in ein und demselben Aquarium mit gefärbten Varietäten zusammengehalten haben. Diese Thatsachen würden nicht leicht zu verstehen sein, wenn die gelben Körper Parasiten wären, „welche sich auch im Schleime finden, der von den Actinien reichlich, namentlich wenn sie in Aquarien unter

ungünstigen Verhältnissen sind, abgeschieden wird, in den Schleimfetzen nicht allein unversehrt weiter leben, sondern sich darin durch Theilung noch weiter zu vermehren scheinen" (*Hertwig*, a. a. O., S. 497).

Die von mir schwer vermißten Infectionsversuche könnten gewissermaßen überflüssig, meine Einwände gegen *Hertwig's* Deutung seiner histologischen Befunde völlig hinfällig geworden sein, seitdem von *Geddes*[1]) bei verschiedenen Actinien eine bedeutende Sauerstoffentwicklung am Lichte beobachtet ist.

Ich hatte bereits früher[2]) über analoge Versuche an Anthea Cereus berichtet, deren Resultate völlig negativ ausgefallen waren, und welche sich deshalb im schroffen Gegensatze zu *Geddes'* Beobachtungen befanden. Um so mehr glaubte ich, dieselben wiederholen zu sollen, als *Geddes'* Arbeiten nicht nur bei weitem die gediegensten sind, welche über die sog. gelben Zellen gegenwärtig vorliegen, sondern weil auch er allein zu einem wirklich bindenden Ergebnisse gelangte. Trotzdem ich nun unter Anwendung aller Cautelen mich in jüngster Zeit bemühte, den Angaben *Geddes'* Entsprechendes an Anthea viridis in Triest zu beobachten, bin ich doch außer Stande, meine frühere Ansicht irgendwie zu ändern. Die Antheen, welche ich aus der Bucht von Muggia bezog, waren ausnehmend stark grün, ihre Tentakelspitzen violett gefärbt, und ihre Entodermzellen enthielten auch die bekannten gelben Körper. Obschon ich 5 oder 6 große Exemplare in eine durch eine geeignete Trichtervorrichtung abgeschlossene Wassersäule brachte, bei Einwirkung der Sonnenstrahlen genau

---

[1]) *Geddes, P.*, Further researches on animals containing chlorophyll. Nature. 26. Jan., 1882, p. 303—305.

—, On the nature and functions of the „yellow cells" of Radiolarians and Coelenterates. Proceed. of the r. Soc. of Edinburgh. Vol. XI, 1881/82, p. 377—396.

[2]) *Krukenberg,* Das Antheagrün. Vgl.-physiol. Studien. I. Reihe, V. Abth., 1881, S. 38—42.

die nämlichen lebhaften Bewegungen an den Tentakeln wie *Geddes*, ja häufig sogar einen Ortswechsel des ganzen Thieres beobachten konnte, so gelang es mir bei oftmaliger Wiederholung und achtstündiger Unterhaltung der Versuche doch niemals, eine Gasentwicklung wahrzunehmen, vorausgesetzt daß mit den Beobachtungen so lange gewartet wurde, bis die von der Versuchsanordnung her den Actinien adhärirenden Luftbläschen wieder abgegeben, daß fernerhin die zu den Versuchen verwandten Antheen von allen (besonders der Fußplatte oft fest anhaftenden) grünen Algenfäden sorgfältig gesäubert waren und dafür gesorgt war, daß nicht zu große Wassermassen (sondern vorwiegend nur die Thiere) von den heißen Sonnenstrahlen direct getroffen wurden; liegt es doch auf der Hand, daß, wenn die Temperatur des Meerwassers, wie es bei diesen Versuchen leicht geschehen kann, um ein Erhebliches gesteigert wird, auch dieses einen bedeutenden Theil seines Gasgehaltes abgeben muß: ein Gasgemisch, welches bekanntlich selbst reicher an Sauerstoff als die atmosphärische Luft ist.

Weit davon entfernt zu glauben, daß durch diese Ergebnisse, welche, wie gesagt, ausschließlich an Anthea viridis (var. plumosa) des Golfes von Triest gewonnen wurden, die Richtigkeit von *Geddes* Mittheilungen irgendwie in Frage gestellt wird, möchte ich darauf hingewiesen haben, daß dieselben nur den Annahmen widersprechen, daß je grüner die Antheen sind, desto mehr Sauerstoff auch von ihnen bei der Belichtung ausgeschieden wird, und daß, wie weiterhin hieraus folgt, ihr grünes Pigment unmöglich die Function des Chlorophylls besitzen kann. Wie meine von *Geddes* Angaben so abweichenden Befunde zu erklären sind, hat *Geddes* (l. c.) bereits gezeigt, und auf Grund meiner neueren Untersuchungen, durch welche meine früheren Versuche ihre Bestätigung erhalten, schließe ich mich seiner Auffassung vollkommen an.

Hertwig's (a. a. O., S. 496 u. 498) hatten angegeben: Die

gelbgrüne Färbung der Anthea werde nicht durch Farbstoffe im Ectoderm und in der Stützlamelle, sondern einzig und allein durch das mit den kugligen Körpern beladene Entoderm verursacht; bei Anthea Cereus sei das gesammte Entoderm von den Tentakelspitzen bis zur Fußscheibe mit Ausnahme weniger Stellen dicht angefüllt von den rundlichen, gelbgrünlichen Körnern.

Ich hatte keinen Anstand genommen, meine fast ausschließlich spectroskopischen Untersuchungen an den gefärbten alkoholischen Auszügen ganzer Antheen mitzutheilen, weil ich nach *Hertwig's* histologischen Befunden vielleicht erwarten durfte, daß es bei der Farbstoffanalyse auf Eins herauskommen werde, ob man die Antheen in toto, oder die Tentakeln und den übrigen Körper gesondert untersucht. Wie schon die gemachten Andeutungen in Betreff der Purpurfarbstoffe bei Cerianthus und Actinia mesembryanthemum, meine experimentellen Ergebnisse an der Triester Anthea Cereus erwarten lassen, und gleichfalls schon *Geddes* muthmaßte, sind nun aber entweder die diesbezüglichen *Hertwig*'schen Angaben unzutreffend oder der histologische Befund ist überhaupt ungeeignet, uns in diesem Falle über den wahren Thatbestand zu belehren. Es verlangen deshalb die Antheapigmente eine erneuete Darstellung.

Wenn man die von allen makroskopischen Fremdkörpern sorgfältig gereinigten Antheen auf einem Siebboden sich ihres aufgesogenen Wassers möglichst vollständig entleeren läßt und die ganzen Exemplare darauf in 90 %igen Alkohol bringt, so erhält man nach etwa einer halbtägigen Extractionsdauer bisweilen einen gelbbraunen alkoholischen Farbstoffauszug, dessen Spectrum (Taf. IV, 1) durch die Lage wie durch die verschiedene Intensität seiner Absorptionsbänder an das Spectrum veritabeln Chlorophylls außerordentlich erinnert, ja man kannsagen, mit diesem völlig identisch ist. Bei einem geeigneten Concentrationsgrade der Lösung werden selbst die beiden Streifen am blauen Ende

des Spectrums nicht vermißt. Löst man den Verdampfungsrückstand dieses Auszuges in Chloroform, so gelangt meist ein Spectrum (Taf. IV, 7) zur Beobachtung, welches durch die Lage seiner Bänder von dem des ursprünglichen alkoholischen Auszuges bemerkenswerth abweicht, und auch das zweite alkoholische Extract der Antheen zeigt sich von dem zuerst bereiteten spectroskopisch durchgängig, oft sogar sehr verschieden. Diese Schwankungen beruhen z. Th. darauf, daß in Anthea Cereus mehrere Pigmente vorhanden sind, z. Th. aber auch darauf, daß mindestens eines derselben ausnehmend rasch Veränderungen unterliegt, welche an der zwar sehr unregelmäßigen Verlagerung der Absorptionsbänder spectroskopisch leicht zu verfolgen sind.

Wegen der großen Complicationen, welche hier obwalten, würde ich es überhaupt nicht wagen, auf Grund spectralanalytischer Befunde eine Frage zu berühren, die auf anderen Wegen entschieden einfacher zu lösen ist, wenn nicht bei Behandlung der grünen Tentakeln mit Alkohol Extracte erzielt würden, welche spectroskopische Verhältnisse aufweisen, durch die sie sich von den aus den übrigen Körpergeweben der Anthea in gleicher Weise bereiteten Auszügen constant unterscheiden (vgl. Taf. IV, 2—6 mit Taf. IV, 15—17).

Diese Erfahrungen sprechen unzweifelhaft mehr dafür, daß die Pigmente der Antheen thiereigene Producte als daß sie Parasiten sind; auch hilft nicht, wie *Hertwig's* wollen, ihre Beschränkung im Vorkommen auf einzelne, ihr Fehlen bei nahe stehenden Actinienarten den gegentheiligen Schluß begünstigen. Bei der Pigmentbildung der Thiere stieß die Forschung überall auf große specifische Abweichungen. Ich erinnere nur an das Bonelleïn, welches ausschließlich bei Bonellia viridis angetroffen, bei allen anderen, von mir daraufhin untersuchten Würmern, welche ebenso wie jener Gephyree grün resp. grünlich gefärbte alkoholische Auszüge liefern (Thysanozoon, Eulalia vilifer,

Pontobdella muricata), ja selbst bei der grünen Thalassema der Adria vermißt wurde; ferner an das auf die Musophagiden beschränkte Turacin und an das Picofulvin in den Federn von Campophilus Malherbii, Gecinus viridis und G. mentalis, das nahe verwandten Spechten (z. B. Colaptes auratus, Campethera nubica, Dendropicus cardinalis) durchaus fehlt, indem bei diesen Arten ebenso wie bei Vertretern einer anderen Vogelgattung (Paradiseïden) die gelben resp. grünen Federn dem Coriosulfurin ihr Colorit verdanken. Die Abweichungen, welche die Pigmentirung bei verschiedenen Actinienspecies aufweist, wird wegen der mannigfachen Analogiefälle heute keinen Kundigen mehr in Erstaunen setzen; diese würden viel unverständlicher sein, wenn sie ausschließlich an das Vorhandensein parasitärer Gebilde geknüpft wären.

Abgesehen von den Verschiebungen, welche zwei, je nach dem Lösungsmittel verschieden gelagerte Absorptionsbänder (cf. Taf. IV, 15) am blauen Ende des Spectrums[1]) erfahren, und welche einem gelben Fettfarbstoffe anzugehören scheinen, weisen die grüngefärbten, roth fluorescirenden alkoholischen Auszüge der Antheatentakeln unter sich sehr abweichende spectroskopische Verhältnisse auf; immer bemerkt man aber drei Absorptionsbänder zwischen *B* und *E*, welche zweifellos einem einheitlichen Pigmente angehören, das sich beim Aufbewahren der Lösung, besonders unter Lichteinfluß, verhältnißmäßig sehr rasch verändert. Die drei Spectralbänder, welche diese Auszüge charakterisiren, behalten bei den Verschiebungen weder ihre relativen Intensitätsdifferenzen noch ihre relative Lage zu einander bei. Wie ich durch wiederholte Prüfung ein und desselben alkoholischen Auszuges feststellen konnte, durchläuft ein solcher alle Phasen von Spectr. 4 bis Spectr. 5 (Taf. IV), indem als Uebergangsstufen

[1]) Zur genauen Lagebestimmung dieser Streifen wird es aber erst noch einer vorausgegangenen Verseifung frischer Antheaextracte bedürfen.

eine große Anzahl anderer Absorptionsverhältnisse zur Beobachtung gelangen, von denen nur einzelne auf Taf. IV (Spectr. 2 u. 3) gleichfalls eine Wiedergabe fanden. Durch Essigsäure- oder Natronzusatz, beim Aufnehmen des alkoholischen Verdampfungsrückstandes mit einem andern Lösungsmittel (Aether, Chloroform oder Schwefelkohlenstoff) erfahren die Spectralbänder des alkoholischen Auszuges bisweilen ebenso tiefgreifende Intensitätsveränderungen und Verlagerungen als bei längerer Aufbewahrung. Dampft man die Chloroform- oder Schwefelkohlenstofflösung des Farbstoffes, welche sich schon äußerlich (die Chloroformlösung ist bräunlichgelb, die Schwefelkohlenstofflösung orangebraun gefärbt) von dem direct angefertigten alkoholischen Tentakelauszuge durch ihre Farbe unterscheidet, auf dem Wasserbade wiederum ab und löst den Farbstoffrückstand abermals in Alkohol, so gewinnt man eine alkoholische Lösung, welche sich spectroskopisch genau so wie die chloroformige verhält. Die verschiedenen Lösungsmittel scheinen demnach als solche bei den Veränderungen des Antheagrüns minder betheiligt als die beim Abdampfen eintretende Temperaturerhöhung. Erwähne ich noch, daß der grüne Farbstoff der Antheatentakeln allem Anscheine nach nicht nur 3 variabele Spectralbänder, sondern deren sogar 5 besitzt, — von denen 2 hinter resp. bei *F* liegen, durch die Absorptionsstreifen des gelben Fettfarbstoffes aber meist verdeckt oder undeutlich gemacht werden, und deren Vorhandensein nur aus der Verlagerung der Bänder bei Aufnahme des alkoholischen Verdampfungsrückstandes mit Chloroform (cf. Taf. IV, 15) etc. zu erschließen ist, — so glaube ich ebensosehr die Fruchtlosigkeit eines Erklärungsversuches dieser spectroskopischen Schwankungen dargethan als die Meinung beseitigt zu haben, daß dieser grüne Tentakelfarbstoff der Anthea, auf welchen ich in Zukunft die Bezeichnung „Antheagrün“ beschränken werde, Chlorophyll ist; denn so wandelbar wurden Chlorophylllösungen nicht gefunden.

Das Antheagrün widersteht der Verseifung durch siedende Natronlauge. Aether entzieht es der Seife und löst es mit grüngelber Farbe, während Petroläther nichts von dem Farbstoffe aufnimmt. Das Spectrum dieser Aetherlösung (Taf. IV, 22) gleicht außerordentlich dem des in Schwefelkohlenstoff gelösten Verdampfungsrückstandes vom alkoholischen Tentakelauszuge (Taf. IV, 11). Auf die eine Verseifung hin, welche ich an der alkoholischen Lösung des Antheagrüns vornehmen konnte, vermag ich bei dem Schwanken der übrigen Resultate selbstverständlich dafür keine Bürgschaft zu leisten, daß in allen Fällen das Spectrum nach der Verseifung genau so, wie ich es fand, zu beobachten steht, daß nicht auch hier, wie es wahrscheinlich sein muß, große Variationen vorkommen. Auf Zusatz von viel concentrirter Schwefelsäure färbt sich der grüne alkoholische Tentakelauszug, welchem Spectr. 5 auf Taf. IV entspricht, schön blaugrün und zeigt alsdann ein bandenreiches Spectrum, welches auf Taf. IV, 14 abgebildet ist.

Im schroffen Gegensatze zu den wechselvollen spectroskopischen Bildern, welche die Tentakelauszüge der Anthea darbieten, steht das spectroskopisch übereinstimmende Verhalten der alkoholischen Extracte, welche aus den Entodermgebilden des Antheakörpers nach Abtrennung der Tentakeln gewonnen werden. Diese weisen regelmäßig ein sehr dunkles Band vor *C* auf (Taf. IV, 15—17), das beim Lösen der Verdampfungsreste in Aether, Chloroform, Terpentinöl etc. keine, in Schwefelkohlenstoff höchstens eine sehr geringe Verschiebung nach dem rothen Ende zu erfährt und dadurch an die Lösungen der Hepatochromate erinnert. Zwischen *C* und *D* erscheint außerdem ein zweites, aber viel schwächeres Band; bei einer Verstärkung der Schichtendicke traten anderweitige Absorptionsstreifen nicht auf, nur bei sehr schwacher Concentration wurden bisweilen noch zwei Bänder hinter resp. um *F* gesehen, von welchen es jedoch fraglich bleiben muß, ob

sie einem Lipochrome oder einem anderen Farbstoffe angehören. Die beiden erst erwähnten Bänder werden auch im Spectrum regelmäßig gesehen, wenn man unverschrte Antheen direct mit Alkohol extrahirt; die anderen Absorptionsstreifen, die in solchen Auszügen neben jenen zur Beobachtung gelangen und sehr verschieden gelagert sein können, werden dagegen dem Antheagrün angehören, welches, wie ich noch hinzuzufügen habe, nicht ausschließlich auf die Tentakeln im Vorkommen beschränkt ist, sondern sich auch in der übrigen Körperwandung, wennschon in relativ viel geringerer Menge als in den Tentakeln findet und sich deshalb bei wiederholten Extractionen auch meist erst in den späteren Auszügen spectroskopisch wie durch die Farbe der Flüssigkeit deutlicher zu erkennen gibt.

Aehnlich den Hepatochromaten der übrigen wirbellosen Thiere scheint die aus den Mesenterialfilamenten, dem Entoderm der größeren Körperhöhlen, gewonnene Farbstofflösung beim Verseifen mit siedender Natronlauge ihre spectroskopischen Eigenthümlichkeiten zu verlieren, indem die Absorptionsbänder (vornehmlich das tiefdunkle vor *C*, von dem bisher allein Sicheres zu ermitteln war) aus dem Spectrum verschwinden, und alsdann auch durch Behandeln der Seife mit Petroläther, Aether, Chloroform oder Alkohol — vorausgesetzt, daß die ursprüngliche Flüssigkeit kein Antheagrün enthielt — keine Farbstofflösung darzustellen ist, welche durch die genannten Absorptionsstreifen spectroskopisch charakterisirt wäre.

Auf Zusatz von Natronlauge oder Essigsäure verändert der von Antheagrün möglichst frei erhaltene, braungelb gefärbte alkoholische Auszug des tentakellosen Antheakörpers weder seine Farbe, noch verändert sich sein Spectrum (cf. Taf. IV, 18 und 19). Mit concentrirter Schwefelsäure hingegen färbt sich die Flüssigkeit anfangs schmutzig grün und zeigt in diesem Stadium der Säureeinwirkung zwei Absorptionsbänder (Taf. IV, 20), nach

reichlicherem Säurezusatz nimmt die Flüssigkeit eine schön kirschrothe Färbung an, und diesem Farbenwandel entsprechend, verändert sich auch das Spectrum, in welchem jetzt drei Absorptionsstreifen sichtbar werden (Taf. IV, 21).

Wie ich schließlich resumirend nochmals zusammenfassen möchte, erhellt aus der Analyse der Antheafarbstoffe, daß sich bei dieser Actinienspecies mehrere gelbe oder grüne Farbstoffe vorfinden, welche nicht sämmtlich, wie *Hertwig's* annahmen, an die sog. gelben Zellen gebunden sind. Schon der Umstand, daß bei Varietäten von Anthea Cereus die Tentakelspitzen ein violettes Pigment enthalten, hätte jene Forscher vor ihrem Fehlschlusse behüten können; denn das Vorkommen dieses Farbstoffes gerade an Stellen, wo die übrigen Pigmente zurücktreten, weist allein schon darauf hin, daß zwischen ihm und den übrigen Antheafarbstoffen (speciell dem Antheagrün) eine chemische wie genetische Zusammengehörigkeit besteht, daß derselbe vielleicht nur ein Derivat des Antheagrüns darstellt.

Sehr überraschend ist jedenfalls der Befund, daß gerade der grüne, in seiner alkoholischen Lösung roth fluorescirende Farbstoff der Anthea kein Chlorophyll ist, sondern, ebenso wie das Bonelleïn bei Bonellia viridis, ein thiereigenes Product. Die spectroskopische Untersuchung muß es leider unentschieden lassen, ob die Pigmente der sog. „gelben Zellen" Hepatochromate oder chlorophylloïde Farbstoffe sind. Das Spectrum mancher alkoholischen Leberauszüge von Wirbellosen, z. B. von Aplysia depilans[1]) gleicht dem des alkoholischen Auszuges der gelben Zellen von Anthea so sehr, daß kaum Unterschiede zwischen beiden Spectren aufzufinden sind, und auch die chemischen Merkmale der Hepatochromate stimmen in vieler Beziehung mit den chlorophylloïden Materien so täuschend überein, daß es hier ohne

[1]) Vgl. *Krukenberg*, Vgl.-physiol. Studien. I. Reihe, III. Abth. 1880, Taf. I.

ein sehr gründliches Studium und ohne wiederholte Verseifungen an verschiedenen Portionen der fraglichen Auszüge unmöglich ist, eine Entscheidung nach ein oder der anderen Richtung hin zu treffen. Wenn ich mich jetzt zu der Ansicht bekenne, daß die gelben Zellen thatsächlich einen chlorophyllähnlichen Farbstoff enthalten, so verlasse und berufe ich mich dabei allein auf die schönen Beobachtungen von *Geddes*', durch welche eine Sauerstoffentwicklung bei belichtet gehaltenen, mit gelben Zellen imprägnirten Actinienformen nachgewiesen ist, — auf Versuche, welche, wie *Geddes*' uns versichert, an Actinien, die reich an jenen Gebilden sind, leicht mit Erfolg auszuführen sind. So dürfte denn, besonders durch *Geddes*' Arbeiten die Kenntniß von der Natur und der Function der sog. gelben Zellen ein sicherer Erwerb der Wissenschaft geworden sein, wie denn auch jetzt die Pigmentirung bei den Actinien in ein richtigeres Licht gestellt ist. Die Mehrzahl der histologischen Befunde anderer Autoren gewinnen erst jetzt an Bedeutung; denn so lange nichts Experimentelles vorliegt, läßt sich aus mikroskopischen Bildern an todten Objecten keine ihrer früheren Lebensfunctionen erschließen.

Ueber die Farbstoffe von Comatula mediterranea *Lam.* (Antedon rosaceus *Frém.*).

Durch die Untersuchungen *Moseley's*[1]) ist eine Anzahl rother und purpurfarbiger Echinodermenfarbstoffe (Antedonin, Hoplacanthinin, purpurnes und rothes Pentacrinin) bekannt geworden, welche wegen ihrer Lichtabsorptionsverhältnisse sehr merkwürdig sind. *Moseley* erwähnt zugleich, daß er eine große Zahl Antedon-Species, rothe, orangefarbige und gelbe, geprüft habe, deren Farbstoffe sowohl in Alkohol wie in süßem Wasser löslich seien (mit Ausnahme einer Species, welche um Australien beim Cape York gedredget war), aber niemals Absorptionsstreifen im Spectrum derselben wahrgenommen habe. Rothe und gelbe Pigmente dieser Art, deren Spectren keine Absorptionsbänder aufweisen, finden sich nach *Moseley* auch bei den europäischen Antedonformen, von denen er Antedon rosaceus und eine purpurfarbige Species von Suez untersuchte.

Ich habe die von *Moseley* kurz erwähnten Farbstoffe von Comatula mediterranea etwas näher untersuchen können. Bei Behandlung gleich gefärbter Exemplare (tief dunkelrother, brauner und gelber Varietäten) mit destillirtem Wasser oder Alkohol ergab sich auf's Bestimmteste, daß die verschiedenen Färbungen durch verschiedene Pigmente hervorgebracht werden und nicht etwa auf Mengenverschiedenheiten ein und desselben Farbstoffes beruhen, daß sich das rothe, braune und gelbe Pigment gegen alle in Anwendung gebrachten Lösungsmittel aber völlig gleich

[1]) *Moseley, H. N.*, l. c., p. 5—11.

verhalten, daß das Spectrum keiner dieser Farbstofflösungen ein Absorptionsband aufweist, und daß die Farbstoffe sich nur dann getrennt untersuchen lassen, wenn man vollkommen gleichmäßig roth, braun oder gelb gefärbte Exemplare der Extraction unterwirft. Man erfährt auf diese Weise, daß ein Auszug rother Comatulen beim Verdünnen niemals gelblich, ein gelber beim Concentriren niemals roth wird, daß also nothwendig differente Farbstoffe in der Hautdecke verschieden gefärbter Comatulaexemplare abgelagert sein müssen.

Der rothe, braune und gelbe Comatulafarbstoff lösen sich in Süßwasser, noch leichter in verdünntem Alkohol, während dieselben in wirklich absolutem Alkohol vollständig unlöslich sind. In Glycerin, Aether, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Terpentin- und Mandelöl sind dieselben gleichfalls unlöslich, nur wenn die Flüssigkeiten Wasser enthalten, gehen, wennschon nur Spuren des Farbstoffes in dieselben über.

Am bemerkenswerthesten ist der rothe Farbstoff der Comatula, welchen wir fernerhin **Comatulin** nennen wollen; aus ihm scheinen das braune und das gelbe Pigment durch Einwirkung von Luft und Licht hervorzugehen. Dampft man nämlich eine rothe, schwach purpurfarbige Lösung des Comatulins in verdünntem Alkohol auf dem Wasserbade ab und exponirt den Verdampfungsrückstand einige Tage dem Lichte, so schlägt seine kirschrothe Farbe zuerst in ein unansehnliches Braungelb um, welches sich in der Farbe und gegen Lösungsmittel genau so verhält wie das Pigment der bräunlichgelben Comatulavarietäten; später wird der Verdampfungsrückstand am Lichte heller und heller, um schließlich ziemlich vollständig auszubleichen. Verdünntere, rein wässrige Comatulinlösungen unterliegen bei längerer Aufbewahrung einem ähnlichen Bleichproceße, während alkoholische sich weit haltbarer erweisen.

Die wässrigen wie alkoholischen Comatulinlösungen färben

sich mit Salzsäure oder Essigsäure orange bis bräunlichgelb, ohne daß sich dabei der Farbstoff ausscheidet. Durch Alkalien (Kali wie Ammoniak) dagegen wird das Comatulin mit unveränderter Farbe gefällt; durch concentrirte Schwefelsäure färben sich die Lösungen braunroth bis orangegelb. Aehnliche Farbenveränderungen erfährt durch die genannten Reagentien der getrocknete Farbstoff, welcher durch Metallsalze wie Jod nicht verändert, durch starke Salpetersäure braungelb gefärbt wird.

Die wässrige Lösung des gelben Comatulapigmentes behält nach Essigsäurezusatz ihre Farbe bei, nach Zusatz von Ammoniak schlägt dieselbe ein wenig in's Rothe um, und der Farbstoff fällt flockig aus.

Spectroskopische Besonderheiten zeigt keine der Farbstofflösungen, deren Farbenton durch Säuren oder Alkalien verändert wurde, und auch die Lösungsverhältnisse der Pigmente gestalten sich für eine selbst nur qualitative Analyse derselben zu ungünstig, als daß weitere Einblicke in die Genese und chemische Structur der Farbstoffe ohne größere Materialmengen zu gewinnen sind.

Läßt man die Comatulen wochenlang in Alkohol liegen, so erhält man Farbstofflösungen, welche mehr oder weniger deutlich ein Absorptionsband vor *C* erkennen lassen; dieses Spectralband charakterisirt bekanntlich die Hepatochromate vieler Evertebraten und es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß dasselbe auch bei Comatula den Leberzellen entstammt; sicherlich entspricht dasselbe keinem Hautfarbstoffe, speciell nicht dem Comatulin, denn im Spectrum tief purpurrother, rasch bereiteter alkoholischer Auszüge der Arme fehlt das Absorptionsband ständig.

Violette bis dunkelrothe Farbstoffe, denen wegen ihrer schweren Löslichkeit in sauren wie alkalischen Flüssigkeiten, in Alkohol, Aether etc., ihres uncharakteristischen, spectroskopischen Verhaltens schwer beizukommen ist, finden sich in den Hautpanzern zahlreicher Echiniden (z. B. bei Toxopneustes lividus,

Sphaerechinus granularis, Echinus esculentus, Spatangus). Es bedarf, ähnlich wie bei den rothen bis rothbraunen Pigmenten in den Chromatophoren der Cephalopoden, stark saurer oder stark alkalischer Flüssigkeiten, um intensiver gefärbte Lösungen aus diesen kalkreichen Gebilden zu erhalten, der Anwendung von Reagentien, welche ebenso wie Alkohol, Aether etc. den natürlichen Farbstoff schon in ersichtlichem Grade tiefgreifend verändern. Alle diese Pigmente werden durch Chlor gebleicht, während starke Salpetersäure dieselben meist weniger alterirt als concentrirte Schwefelsäure, durch welche z. B. der violette Farbstoff von Sphaerechinus esculentus bis auf einen bräunlich gelben Ton gebleicht wird. Irgendwie typische Reactionen vermochte ich für diese Pigmente nicht aufzufinden, und die gemachten Andeutungen reichen aus, um zu erkennen, daß dieselben ebensowenig Eigenschaften mit den Comatulafarbstoffen als mit den gelben bis rothen Fettpigmenten gemeinsam haben.

Zur Kenntniß der Verbreitung der Lipochrome im Thierreiche.

(Hierzu Taf. V, Taf. VIa u. Taf. VIb.)

Mehrfach ist das Bedürfniß fühlbar geworden, jene rothen, gelben und gelbgrünen Farbstoffe, welche von Fetten leicht aufgenommen werden, in ihrem natürlichen Vorkommen sich meist in diesen gelöst befinden, mit concentrirter Schwefelsäure wie starker Salpetersäure sich blaugrün bis tief indigoblau färben und spectroskopisch durch ein oder zwei, einzelne derselben vielleicht auch durch drei Absorptionsbänder im blauen oder violetten Theile des Spectrums gekennzeichnet sind, welche fernerhin einer Verseifung widerstehen und sich auch den Lösungsmitteln (Chloroform, Aether, Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Benzol, fetten und ätherischen Oelen) gegenüber ziemlich gleich verhalten, unter einem gemeinschaftlichen Namen zusammenzufassen. Sämmtliche, in diesen Eigenschaften übereinstimmenden rothen, gelben und gelbgrünen Pigmente scheinen auch stickstofffrei zu sein.

Als specielle Unterabtheilung dieser Classe von Farbstoffen unterschied *Kühne*[1]) die Chromophane (d. s. die Stoffe, welche den färbenden Bestandtheil der bunten Oelkugeln in den Zapfen der Netzhaut bilden), indem er sich als Collectivnamen für alle ähnlich sich verhaltenden pflanzlichen und thierischen Pigmente der Bezeichnung „Fettfarbstoffe“ bediente. Auf seinen Vorschlag

[1]) *Kühne*, W., Chemische Vorgänge in der Netzhaut. *Hermann's* Handb. der Physiologie. Bd. III, Th. I, S. 290.

hin gebrauche ich jetzt dafür den Namen Lipochrome, der schon auf den vorausgehenden Seiten, ohne genauer präcisirt zu werden, wiederholt Verwendung fand, und von dem wir jetzt um so weniger abstrahiren können, als auch schon ganz anderartige Pigmente mehr oder weniger scharf umgrenzte Gruppen bilden[1]).

Wie es nach den schon längst bekannt gewordenen Befunden allen Anschein hatte, finden sich die Lipochrome weit, ja ziemlich allgemein verbreitet bei Thieren wie bei Pflanzen; Species, wie z. B. Aethalium septicum, wo dieselben ganz vermißt werden, sind außerordentliche Seltenheiten. Alle die zahlreichen Nuancirungen zwischen roth und gelb, welche den Körperfarben, der Färbung vieler inneren Organe bei den Mittelmeerthieren zu Grunde liegen, beruhen mit relativ sehr geringen Ausnahmen ausschließlich (Darm, Ovarien, Eiweißdrüsen) oder theilweise (Leber) auf einem Gehalte der Gewebe an Lipochromen. Zwar selten nur bedingt ein einziges Lipochrom die Färbung eines Körpertheiles, gewöhnlich finden sich mehrere Lipochrome mit einander gemischt vor, und häufig treten mit ihnen vergesellschaftet auch anderartige bräunliche, gelbe oder rothe Pigmente auf, welche theils in Wasser und verdünntem Alkohol löslich, in Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Oelen etc. hingegen unlöslich sind, theils sich den Lösungsmitteln gegenüber genau so wie die Lipochrome verhalten, aber keine den Bandenspectren der Lipochrome ähnliche besitzen. Deshalb erhält man auch bei der Extraction von Ge-

[1]) Wie es bei *G. Pouchet's* (Journ. de l'anat. et de la physiol., T. XII, 1876, p. 37 ff.) rein histologischem Vorgehen, die thierischen Farbstoffe zu classificiren, nicht anders sein kann, werden von ihm unter der Rubrik „Pigments diffus" chemisch sehr differente Farbstoffe zusammengeworfen. Die Lipochrome werden von *Pouchet* dieser seiner Abtheilungen eingereiht und kommen so neben die Chromatophorenfarbstoffe der Cephalopoden zu stehen. *Pouchet's* „Pigments diffus" sollen der „Série xanthique" der französischen Botaniker entsprechen, welche Bezeichnung doch wohl nur die pflanzlichen Lipochrome umfaßt.

weben mit Alkohol, Aether etc. bisweilen äußerlich sehr verschieden gefärbte Auszüge, welche aber spectroskopisch untersucht eine gleiche Zahl von Absorptionsbändern in gleicher Lage, von gleicher Breite und gleicher Intensität darbieten. Damit die Uebereinstimmung zwischen den sich durch ihre Spectren als identisch erweisenden Pigmenten auch in der Färbung der Flüssigkeit schon äußerlich hervortritt, bedarf es alsdann jedoch einer besonderen Farbstoffanalyse, welche durch eine Verseifung des Gewebsauszuges und Behandeln der Seife mit geeigneten Lösungsmitteln meist am einfachsten zu erreichen steht. In anderen Fällen wieder, wo von der Extractionsflüssigkeit den Geweben mehrere Lipochrome von verschiedenem Lichtabsorptionsvermögen entzogen werden, können dagegen die spectroskopischen Unterscheidungsmerkmale für die einzelnen Lipochrome undeutlich werden, ja sich gegenseitig vollkommen verdecken; auch hier wird für die Erkennung der einzelnen Pigmente ihre Sonderung und Reinigung ein unbedingtes Erforderniß.

Am genauesten habe ich die Lipochrome mehrerer Echinodermen, Crustaceen und Tunicaten untersuchen können; deren Besprechung sollen sich die Mittheilungen meiner Ergebnisse bei den Spongien anschließen, wo die Farbstoffverhältnisse, trotzdem dieselben bei einzelnen Species vielfache Uebereinstimmungen zeigen, besonders complicirt sind und deshalb eine gesonderte Betrachtung erheischen.

Die Hautpigmente von Astropecten aurantiacus. Um die orangefarbigen Hautpartieen der Rückenfläche von Astropecten möglichst rein zu gewinnen, hat man vor allem die inneren Organe sorgfältig zu entfernen, was am zweckmäßigsten so geschieht, daß man die weicheren Binnentheile der Rückenhaut von den Randwülsten abtrennt, auf ihrer Innenseite mit Wasser reinigt und sie allein zur Farbstoffextraction verwendet.

Alkohol nimmt die Farbstoffe rasch und vollständig aus der

Haut auf. Die alkoholische Farbstofflösung ist schön orangeroth und läßt zwei gut umgrenzte Absorptionsbänder hinter *F* erkennen (Taf. V, 1), welche sich beim Lösen des alkoholischen Verdampfungsrückstandes in Chloroform, fetten Oelen oder Schwefelkohlenstoff mehr oder weniger stark nach dem rothen Ende des Spectrums zu verschieben.

Der mit Natronlauge verseifte alkoholische Auszug gab ohne Weiteres wenig Farbstoff an Petroläther ab, ungleich mehr nach Kochsalzzusatz. Beim Verreiben der ausgesalzenen Seife mit kleinen, aber oft erneuerten Petrolätherportionen gelang es mir sogar, derselben den Farbstoff so vollständig zu entziehen, daß eine nachherige Behandlung der Seife mit Aether ganz erfolglos blieb. Beschränkte sich jedoch die Extraction auf ein Schütteln der Seife mit Petroläther, so gingen stets noch größere oder geringere Farbstoffmengen beim nachherigen Schütteln der Seife mit Aether in diesen über. Wie aus der Farbe der einzelnen Lösungen, aus ihrem spectroskopischen Verhalten hervorging, war aber in allen Fällen nur der nämliche Farbstoff der Seife entzogen, welcher sich auch in dem spectroskopisch direct untersuchten alkoholischen Gewebsauszuge schon durch seine beiden Absorptionsbänder verrathen hatte. Die Spectren 2—5 (Taf. V) illustriren deshalb die Verschiebungen, welche die beiden Spectralbänder beim Lösen des Farbstoffes in Alkohol, Petroläther, Chloroform und Schwefelkohlenstoff erfahren, sowohl für den directen Hautauszug, als auch für die beiden Petrolätherauszüge (vor und nach dem Aussalzen) und das Aetherextract der Seife. Die Lösungen des Farbstoffes in Alkohol, Petroläther, Aether, Chloroform, Benzol, Terpentin- und Mandelöl sind orangefarbig, bei stärkerer Verdünnung reiner gelb oder grüngelb, und die Lösung in Schwefelkohlenstoff ist tief orangeroth.

Nach Behandlung der Seife mit Petroläther und Aether blieben purpurrothe Flocken zurück, welche sich leicht von dem

Seifenwasser befreien ließen, zu einem purpurfarbigen Pulver austrockneten, das weder in Schwefelkohlenstoff, noch in Alkohol und Chloroform zu lösen war; in Essigäther wie in verdünnten Alkalien löste sich dasselbe chamoisfarbig.

Die Erfahrungen *Kühne's* am Rhodophan hielten mich zurück, die gesammte Menge des erhaltenen rothen Farbstoffes in Essigäther zu lösen, und versprachen einen besseren Erfolg beim Benetzen des Farbstoffes mit wenig Phosphor- oder Essigsäure. Nach der Einwirkung der ein oder andern dieser Säuren färbte sich durch den Farbstoff Alkohol sofort orangefarben, Benzol chamois, Chloroform orangeroth (in verdünnterer Lösung rosa) und Schwefelkohlenstoff purpurviolett. Die Spectren dieser Lösungen wiesen durchgängig nur Ein Absorptionsband auf, das sich mit zunehmender Schichtendicke der Flüssigkeit ausnehmend rasch verbreiterte. Die Spectren der Chloroform- und alkoholischen Lösung habe ich nicht besonders abgebildet, weil dieselben denen des rothen Maja-Farbstoffes (vgl. Taf. V, 14 u. 15) in allen Puncten entsprechen. Das Spectrum der Schwefelkohlenstofflösung zeichnet sich durch eine diffuse Verbreiterung seines Absorptionsbandes aus, die, soviel sich ohne speciellen Vergleich der Spectren beurtheilen läßt, genau der nämlichen Art ist, welche *Kühne* am Rhodophan beobachtet und davon entworfen hat.

Die Farbe der Alkohol-, Chloroform-, Schwefelkohlenstofflösungen des gereinigten Pigmentes erinnern in unverkennbarer Weise sowohl an die mir zuvor aus eigener Anschauung bekannt gewordenen Lösungen des *Maly*'schen Vitellorubins als an die des Rhodophans von *Kühne*. Da nun auch alle spectroskopischen Eigenschaften des rothen Pigmentes aus Astropecten mit dem Vitellorubin sicher, mit dem Rhodophan, welches zum genauen Vergleiche nicht zur Hand war, höchst wahrscheinlich vollkommen übereinstimmen, so zweifle ich um so weniger an der Identität dieser drei Farbstoffe, als auch bei den rothen Lipochromen

der beiden Evertebratenformen mehrere Reactionen die gleichen sind, welche von *Kühne* als bezeichnend für das Rhodophan aufgestellt wurden. So erwies sich die Chloroformlösung des rothen Farbstoffes aus Astropecten weit lichtbeständiger als eine Lipochrinlösung in Chloroform; durch concentrirte Schwefelsäure wurde das Trockenpräparat schön tiefblau, während die durch starke Salpetersäure erzeugte blaugrüne Farbe sehr rasch verblaßte, und Jod-Jodkalium- wie alkoholische Jodlösung am Farbstoffe auch nach dessen vorherigem Benetzen mit Essigsäure keine reine Farbenveränderung bewirkte. Auch darin, daß, wie ich wenigstens einige Male deutlich beobachten konnte, sich der Farbstoff aus der violetten Schwefelkohlenstofflösung bei geeignetem Alkoholzusatze in dunkelvioletten Tropfen ausscheidet, gleichen sich beide Pigmente.

Die Ausbeute an Rhodophan ist bei Astropecten aurantiacus nur eine sehr geringe; es tritt das Pigment in der Haut dieses Seesternes dem orangenen, durch Petroläther der ausgesalzenen Seife entziehbaren Farbstoffe gegenüber fast ganz zurück, und darin findet es auch seine Begründung, daß sich die Gegenwart des Rhodophans in den Hautauszügen vor der Verseifung kaum zu erkennen gibt, und ich mich bis gegen das Ende meiner Verseifungsversuche, welche den reinen Farbstoff greifbar werden ließen, für versichert halten konnte, daß ein einheitliches Pigment der Astropectenfärbung zu Grunde liege. Sicherlich fehlt auch vielen anderen rothen oder orangefarbigen Asteroïden wie Holothurioïden das Rhodophan nicht; gewiß werden auch Species zu finden sein, denen es ausschließlich ihre Außenfarbe verleiht. Wie das spectroskopische Verhalten des alkoholischen Auszuges der Ovarien und der Gefäße von Holothuria Poli (vgl. Taf. III, 2) vermuthen läßt, findet sich in diesen Organen das Rhodophan in besonders reinem Zustande vor.

Bei einigen anderen Astropectenarten und bei Asteracan-

thion glacialis, deren alkoholische Auszüge ich in Triest frisch untersuchte, machten sich im Spectrum stets die beiden Bänder bemerkbar, welche dem gelben Farbstoffe in der Haut von Astropecten aurantiacus entsprechen. Ich glaube davon abstehen zu sollen, diesen Farbstoff mit einem der von höher organisirten Thieren bekannt gewordenen Lipochromen, allein auf sein spectroskopisches Verhalten hin, welches ihn am nächsten dem Ontochrin stellt, von dem er sich aber schon durch die Farbe seiner Lösungen auffallend unterscheidet, zu identificiren und bezeichne ihn als **Orangin**. Es ist von Interesse, daß das gelbe Lipochrom in den Lebern von Astropecten aurantiacus von dem Orangin spectroskopisch in der Intensität, weniger erheblich in der Lage der beiden Absorptionsbänder abweicht (vgl. Taf. VIa, 4—6).

Aus dem verseiften alkoholischen Leberextracte von Astropecten nahm Petroläther keinen Farbstoff auf, auch dann nicht, wenn der Seife concentrirte Kochsalzlösung und festes Kochsalz zugesetzt wurden. Beim nachherigen Behandeln mit Aether löste sich dagegen das Pigment und zwar, ebenso wie der Verdampfungsrückstand dieser Flüssigkeit beim Auflösen in Alkohol, mit grüngelber Farbe; die Chloroformlösung erschien reiner gelb und die Schwefelkohlenstofflösung gelbbraun, so daß auch schon die äußere Farbe der Leberlipochromlösungen eine andere war als die der entsprechenden Oranginlösungen. Neben diesem Lipochrome findet sich in dem alkoholischen Auszuge der Lebern von Astropecten aurantiacus ebenso wie in dem der Lebern von Asteracanthion glacialis ein Hepatochrom, welches wie das vieler Mollusken, Würmer und Arthropoden durch ein Absorptionsband nahe der *C*-Linie (vgl. Taf. VIa, 3 u. 4) charakterisirt ist, beim Verseifen des Auszuges mit siedender Natronlauge sich aber zersetzt. Nebenbei sei auch bemerkt, daß die alkoholischen Leberauszüge dieser Asteriden die *Gmelin*'sche Gallenfarbstoffreaction

ebensowenig zeigen als der orangerothe alkoholische Auszug der Leber von Fissurella costaria (vgl. Spectr. 8, Taf. VIa) und als der schön grasgrüne der Leber von Haliotis tuberculata. Das Spectrum des Haliotisleberauszuges (Taf. VIa, 7) zeichnet sich durch sehr auffällige Absorptionsverhältnisse aus, welche weder nach dem Ansäuern der Flüssigkeit mit Essigsäure noch durch ein Ammoniakalisiren, beim Lösen des Verdampfungsrückstandes der alkoholischen Farbstofflösung weder in Chloroform noch in Schwefelkohlenstoff deutliche Veränderungen erleiden.

Die Dotterfarbstoffe von Maja squinado und die Lipochromogene der Crustaceen. Daß bei Krebsen ein rother Farbstoff vorkommt, der in Alkohol gelöst ein sich um *F* ausbreitendes Spectralband aufweist, wußte bereits *Moseley*[1]). Er bezeichnet den bei Schizopoden (Gnathophausia, Petalophthalmos und anderen Carididen) aufgefundenen Farbstoff als Crustaceorubrin. Aller Wahrscheinlichkeit nach wurde derselbe Farbstoff zuerst wieder von *Maly*[2]) in den Eiern von Maja squinado aufgefunden, nach dreierlei Methoden von dem ihn in den Majaeiern begleitenden gelben, durch zwei Spectralbänder gekennzeichneten Farbstoffe (*Maly's* Vitelloluteïn) gereinigt und als Vitellorubin beschrieben. Ohne auf das spectroskopische Verhalten seiner beiden Pigmente näher einzugehen, erklärt *Maly* das in den Dottern vorliegende Farbstoffgemisch als identisch mit dem Luteïn, welches, wie er glaubt, auch in den retinalen Oelkugeln der Wirbelthiere enthalten ist.

Sowohl die historischen Bemerkungen, mit welchen *Maly's* Arbeit beginnt, wie die Auslassungen, zu welchen er sich über

[1]) *Moseley, H. N.*, l. c., p. 12.

[2]) *Maly, R.*, Ueber die Dotterpigmente. Sonderabdruck aus dem 83. Band der Sitzb. der k. Akad. der Wissenschaften in Wien. II. Abth. Mai-Heft 1881.

andere Lipochrome berufen fühlt, haben schon durch *Kühne*[1]) ihre Berichtigung erfahren; ich darf mich deshalb darauf beschränken, die Resultate meiner Untersuchungen über die Dotterlipochrome von Maja mitzutheilen, was auch in aller Kürze geschehen kann, da sich in Hinblick auf die Farbstoffe das alkoholische Extract der Majaeier sehr ähnlich wie der Auszug der Astropectenhaut verhält. Zur Trennung der Pigmente schlug ich wie immer den Weg der Verseifung ein.

Die spectroskopischen Befunde lehrten, daß der ausgesalzenen Seife das Vitelloluteïn durch Petroläther vollständig entzogen wurde, während derselbe vor dem Kochsalzzusatze nur wenig Färbung angenommen hatte. Die Farbe des Vitelloluteïns in Petroläther schwankt nach der Dicke der Schicht oder dem Concentrationsgrade der Lösung zwischen grüngelb und orange, und ähnlich gefärbte Lösungen werden erhalten, wenn man den Verdampfungsrückstand des Petrolätherauszuges in Alkohol, Benzol, Chloroform, fetten oder ätherischen Oelen löst. Die ätherische Lösung des Farbstoffes entspricht spectroskopisch der alkoholischen (Taf. V, 12), diejenige in Mandelöl ziemlich genau der Chloroformlösung (Taf. V, 13). In Schwefelkohlenstoff löst sich das Vitelloluteïn mit orangerother Farbe, und die Bänder im Spectrum erfahren dabei eine ähnliche Verlagerung nach dem Roth hin wie bei den übrigen gelben Lipochromen. Behandelt man, nachdem die Seife wiederholt mit Petroläther ausgeschüttelt ist, dieselbe mit Aether, so erhält man sogleich einen weit rötheren Farbstoff in Lösung als bei der Extraction der Seife mit Petroläther. Obschon nun aber das dem jedesmaligen Lösungsmittel entsprechende Spectrum des vom Aether der Seife entzogenen Farbstoffes resp. Farbstoffgemisches (Taf. V, 14 u. 15) nicht

[1]) *Kühne, W.*, Beiträge zur Optochemie, l. c., S. 195 ff.
—, Ueber Fettpigmente, Bilirubin und Hämatoïdin. Ibid., S. 249—252.

einmal mehr eine Andeutung der Bänder des Vitelloluteïns erkennen ließ, sondern den Farbstoff, wie schon *Kühne*[1]) nach den *Maly*'schen Angaben wahrscheinlich werden mußte, dem Rhodophan sehr nahe stellte, so war die Farbe der Flüssigkeiten und ganz besonders die der Schwefelkohlenstofflösung doch eine von den Rhodophanlösungen sehr unterschiedliche. Diese Incongruenz zwischen der Farbe der Lösungen und den spectroskopischen Befunden würde für mich unverständlich sein, wenn, wie *Maly* annimmt, in den Majaeiern nur zwei Pigmente vorkämen, ein gelbes (Vitelloluteïn) und ein rothes (Vitellorubin), von denen das erstere durch zwei, das letztere durch ein Absorptionsband im Spectrum charakterisirt sein soll; denn daß die wahre Farbe des letzteren Pigmentes, welches in der Seife nach der Aetherbehandlung in reichlichen Quantitäten zurückbleibt, nach allen bei dem rothen Farbstoffe aus der Asteropectenhaut namhaft gemachten Reactionen veritabeles Rhodophan ist und sich auch nach gründlichem Auswaschen mit Aether äußerlich wie in seinen sämmtlichen Lösungen als solches documentirt, — durch spectroskopisch nicht mehr erkennbare Spuren von Vitelloluteïn so maskirt werden kann wie in dem Aetherauszuge der Seife, ist unglaubbar. Ich werde deshalb kaum irren, wenn ich annehme, daß sich dem Rhodophan und dem gelben Pigmente noch ein drittes im Majadotter hinzugesellt, welches sich in der Farbe und in seinen spectroskopischen Eigenschaften wie das Zoonerythrin verhält, dessen unbestimmtes Verhalten gegen Petroläther und Aether hinlänglich bekannt ist. Daß, abweichend von dem Resultate der Aetherbehandlung an dem verseiften Astropectenauszuge, aus dem verseiften alkoholischen Extracte der Majaeier schon Aether, auch ohne vorausgegangenes Ansäuern des Farbstoffes, so wahrnehmbare Rhodophanmengen auszieht, nimmt mich

[1]) *Kühne*, *W.*, Beiträge zur Optochemie, l. c., S. 196.

keineswegs Wunder, weil, wie schon *Kühne*[1]) fand, das Rhodophan in ätherischen Lipochrinlösungen zwar schwer aber nicht ganz unlöslich ist, und die Majaeier unverhältnißmäßig mehr Rhodophan als die Astropectenhaut enthalten.

Die volle Ueberzeugung zu gewinnen, daß *Maly's* Vitelloluteïn, welches bei dem geforderten Sachverhalte am meisten durch Zoonerythrin verunreinigt und davon schwer zu befreien sein würde, thatsächlich Zoonerythrin einschließt, blieb mir versagt; denn nach oftmaligem Abdunsten des Petrolätherauszuges und Lösen des Rückstandes abermals in Petroläther oder in Alkohol, Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff erhielt ich niemals Lösungen, deren Spectrum frei von Absorptionsbändern war; stets zeigte dasselbe die für's Vitelloluteïn als charakteristisch befundenen Streifen. Auch die Frage, ob das Vitelloluteïn ein eigenthümlicher, bislang unbekannt gebliebener Farbstoff ist, sehe ich mich außer Stande, erfolgreich in Erwägung zu ziehen; schon deshalb muß ich davon abstehen, weil mir seine Reinheit eben sehr fraglich erscheint. Doch das vermag ich anzugeben, daß dasselbe mit dem Orangin nicht identisch ist, wie sich beim Vergleich der Spectren entsprechender Lösungen beider Farbstoffe klar herausstellt (vgl. auf Taf. V Spectr. 2—4 mit Spectr. 11—13).

An unsern Erwerb, daß *Maly's* Vitellorubin nichts anderes als Rhodophan ist, knüpft sich weiterhin die Frage, ob wir auch ein Recht haben, an Stelle von *Moseley's* Crustaceorubrin den Namen Rhodophan treten zu lassen. *Moseley's* Angaben beziehen sich auf das Krebsroth, welches bei sehr verschiedenartigen Crustaceenspecies in der oberflächlichsten Schicht der innern Membran der Schale[2]) abgelagert ist, und dessen Identität mit dem Rhodophan darzuthun gerade deshalb von einer sehr großen Wichtig-

[1]) *Kühne*, *W.*, Ueber lichtbeständige Farben der Netzhaut, l. c., S. 349.

[2]) Vgl. *Lereboullet*, Note sur les variétés rouge et bleue de l'Écrevisse fluviatile. Compt. rend., T. 33, 1851, p. 376—379.

keit sein würde, weil nicht nur der blaue, krystallisirte Krebsfarbstoff, das Cyanokrystallin (vgl. S. 71, Anm. 1) —, an welchem, wie schon *Lereboullet* (l. c.) wußte, die Umfärbung unter dem Mikroskope gut zu sehen ist —, sondern auch der grüne von Virbius viridis und anderen Crustaceen durch Säure- oder Alkoholeinwirkung in den rothen übergeht, der wie mich meine Untersuchungen gelehrt haben, bei Virbius[1]) alle Eigenschaften eines Lipochroms besitzt und spectroskopisch sich sehr ähnlich, wenn nicht gleich einem Gemische von Vitelloluteïn und Rhodophan verhält (vgl. V, 16—18). Indem ich mir vorbehalte, die Frage nach der Identität des rothen Farbstoffes in den Krebsschalen mit dem Rhodophan zum Gegenstande eingehender Untersuchungen zu machen, halte ich mich durch die an Astacus, Homarus und Virbius bereits ausgeführten Versuche schon jetzt davon für überzeugt, daß die blauen und grünen Farbstoffe dieser Krebsarten veritabele **Lipochromogene** sind, und daß die Auffassung unrichtig ist, welche dieselben beim Kochen, durch Säuren, Alkohol etc. zerstören und in Folge dessen das bis dahin verdeckt gehaltene rothe Lipochrom sichtbar werden läßt. Schon *Valenciennes*[2]) bemerkte, daß die einen Krebse (z. B. viele Krabben oder wie die Arten der Gattung Astacus [Hummer, Flußkrebs]) beim Kochen schön zinnoberroth, andere (z. B. Cancer crangon *L.*) rosafarbig werden, und daß noch andere Species (z. B. Pa-

[1]) Erst nach mehrwöchentlicher Einwirkung hatte die Farbe der chitinigen Hülle von Virbius eine intensivere Röthung angenommen, während zu einer Zeit, wo das Grün schon vollkommen verschwunden war, die Panzer nur gelblich gefärbt erschienen, und Alkohol nur wenig Pigment daraus aufnahm. Diese Erscheinungen deuten an, daß sich der rhodophanartige Körper unter der Einwirkung kalten Alkohols erst allmälig bildet und deshalb von mir bei meinen früheren Versuchen (cf. diese Studien, I. Reihe, II. Abth., S. 74—76) auch gar nicht beobachtet wurde.

[2]) *Valenciennes*, Variété d'Écrevisses à test entièrement rouge. Compt. rend., T. 33, 1851, p. 293—295.

laemon squilla *Fab.*) dabei in ein lebhaftes Rosa übergehen. Neben anderen weisen aber auch diese Erfahrungen darauf hin, daß unter der Krebsschale selbst nach Umwandlung des blauen resp. grünen Pigmentes selten nur einer, sondern in der Regel mehrere Farbstoffe vorhanden sind, wie denn auch der von *Moseley* (l. c., p. 12) bei Pandarus spectroskopisch untersuchte rothe Farbstoff vom Rhodophan nothwendig verschieden sein muß[1]).

Den Anstoß zu der Untersuchung des grünen Virbiusfarbstoffes und, da kein Lösungsmittel aufzufinden war, welches das Pigment unzersetzt aufnahm, seines rothen Umwandlungsproductes gab mir die Ueberzeugung, daß für jeden nur irgendwie wissenschaftlichen Erklärungsversuch der so merkwürdigen Mimicryerscheinungen die Kenntniß von den Eigenschaften der Farbstoffe bei den sich anpassenden Thieren die nothwendigste Vorbedingung ist. Das Resultat meiner Versuche war bislang stets, daß, falls nicht complicirtere Verhältnisse (hervorgerufen durch bewegliche oder fixirte Pigmentzellen auf anders gefärbtem Grunde oder untergelagert eigenthümlich texturirten Gewebstheilen) vorlagen, die Farben der sich anpassenden Thiere entweder rein optische, lediglich durch die Structur bedingte sind oder auf einem eigen-

[1]) Ganz anderer Natur als das Rhodophan ist das purpurfarbige Pigment in dem Kopfe von Musca domestica. Wie die nähere Betrachtung ergab, findet sich der Farbstoff im Innern der Augen und ähnelt in seinem Verhalten gegen Lösungsmittel etc. von allen mir bekannt gewordenen Pigmenten am meisten dem Stäbchenpurpur der Cephalopoden; beide Farbstoffe sind auch sehr wenig lichtempfindlich. Beim Verreiben frischer Fliegenköpfe mit Wasser löst sich verhältnißmäßig wenig von diesem Pigmente auf; ich erhielt eine rosafarbige Lösung, in deren Spectrum gut umgrenzte Absorptionsbänder fehlten. Nach Zusatz von Ammoniak vergilbte die Flüssigkeit und veränderte darauf in auffälliger Weise weder beim Neutralisiren, noch bei der Ueberneutralisation mit Essigsäure ihre Farbe, während der wässrige Auszug der Augen sich auf Säurezusatz weit weniger verfärbte als durch das Alkali. Hämoglobin fand sich in den Köpfen nicht.

artigen, meist leicht zersetzbaren Farbstoffe (Virbius, Locusta) beruhen; niemals fand sich bei Echinodermen, Würmern, Arthropoden und Wirbelthieren eine Identität zwischen den Farbstoffen der Nähr- oder Schutzpflanzen und denen des Schutz suchenden Thieres.

Lipochrome bei Vertretern anderer Evertebratenclassen[1]). Aus den spectroskopischen Beobachtungen, welche ich an unverseift gelassenen alkoholischen Auszügen von braun, roth, orange oder gelb tingirten Geweben anderer Evertebratenspecies vorgenommen habe, ergibt sich nicht nur eine weite Verbreitung der rhodophanartigen wie der gelben (durch zwei Absorptionsbänder im Spectrum ausgezeichneten) Lipochrome, sondern auch daß — ebenso wie bei letzterer Classe der Fettfarbstoffe Körper verschiedener Herkunft eine verschiedene Lagerung der Absorptionsbänder erkennen lassen — unter den rhodophanähnlichen Pigmenten specifische Lagerungsverschiedenheiten des Spectralbandes gefunden werden. Als einen schon länger bekannten Fall dieser Art habe ich hier den rothen, von *Mosdey* untersuchten Pandarusfarbstoff anzuführen und auf Taf. V (vgl. z. B. das Spectrum [6] des orangefarbigen alkoholischen Auszuges der Kiemen von Protula intestinum mit dem [16] des ähnlich gefärbten alkoholischen Auszuges der Schale von Virbius viridis) wird man einige weitere diesbezügliche Beispiele veranschaulicht finden.

Einer eingehenderen, zwar durch die mangelhafte Systematik

[1]) Die Verdampfungsrückstände der alkoholischen Extracte, welche im Folgenden und auf Taf. V, VIa und VIb Berücksichtigung finden, färbten sich durchgängig mit concentrirter Schwefelsäure wie mit starker Salpetersäure blau oder blaugrün, wenige (Darm von Sphaerechinus, Leber von Eledone) auch mit Jod-Jodkaliumlösung deutlich grün, verhielten sich den Lösungsmitteln gegenüber genau so wie die gereinigten Lipochrome, so daß über die sie färbenden Substanzen als Lipochrome kein Zweifel bestehen kann.

dieser Formen sehr erschwerten physiologischen Behandlung der Farbstoffe würden besonders die zusammengesetzten Ascidien, die Botryllus- und Didemnum-Arten werth sein. Bei diesen Genera begegnet man den verschiedenartigsten Färbungen. Es gibt blaue, violette, gelbe, gelbgrüne, orangefarbene, schwarze, gelb- und rothbraune Species, welche sämmtlich in Triest zu erhalten sind. Ich vermag über die Ascidienfarbstoffe gegenwärtig nur Weniges anzugeben; denn die lipochromatischen Färbungen sind bei den einzelnen Species dieser Classe durchgängig sehr übereinstimmende, und die übrigen Farbstoffe ließen sich nicht unzersetzt in Lösung bringen oder, da sie einer Verseifung nicht widerstehen, von den Lipochromen nicht hinreichend reinigen. So z. B. das violette Pigment in den um Triest sehr häufigen, oft Kopfgröße erreichenden Botrylluscolonieen, welches durch die Flüssigkeiten, welche Lösungsmittel für die Lipochrome sind, durch Alkalien und Süßwasser sehr rasch in einen gelbbraunen Farbstoff umgewandelt wird. Betupft man die violetten Thierstöcke mit Kalilauge, so wird der Farbstoff gleichfalls gelbbraun, durch Essigsäure aber wieder violett. Es scheint aus diesen Befunden hervorzugehen, daß der violette Botryllusfarbstoff nur in festem Zustande bestehen kann, und daß seine Existenz an eine saure Beschaffenheit des Gewebes gebunden ist. Seine gelbbraune alkoholische Lösung, deren Verdampfungsrückstand sich in Schwefelkohlenstoff mit orangener Farbe löst, verhielt sich spectroskopisch wie die einer schwarz gefärbten Didemnumspecies (cf. Taf. VIb, 1 u. 2); von beiden Spectren wich das gleichfalls durch zwei Absorptionsbänder im Blau charakterisirte Spectrum des gelben Lipochroms eines orangefarbigen Didemnum erheblich ab (vgl. auf Taf. VIb, Spectr. 3 u. 4 mit Spectr. 5 u. 6).

Der rhodophanartige Farbstoff von Cynthia glomerata (cf. Taf. VIb, 7) und der von Cynthia mikrocosmus (cf. Taf. V, 8 u. 9) — welcher sich in letzterer Ascidie, wie schon

die Orangefärbung des Thieres vermuthen läßt, mit einem gelben Lipochrome vergesellschaftet findet und in dem alkoholischen Auszuge von Cynthia glomerata wahrscheinlich durch ein Hepatochrom verunreinigt ist — sind allem Anscheine nach die gleichen. An der Farbe sind die Auszüge von Cynthia glomerata und C. mikrocosmus kaum zu unterscheiden; die alkoholischen erscheinen orangeroth und deren Verdampfungsrückstände in Schwefelkohlenstoff gelöst intensiv purpurroth.

An die übrigen, auf den Tafeln wiedergegebenen Spectren von gelben, orangefarbigen oder rothen Pigmenten lassen sich zur Zeit ebensowenig Betrachtungen von allgemeinerer Bedeutung knüpfen als an die Spectren von Lipochromen anderer Vorkommnisse unter den Wirbellosen, deren weiter zu gedenken ich für überflüssig erachtete. Bei einem Vorgehen in der systematischen Weise, welche ich bei meinen Untersuchungen der Federfarbstoffe befolgte, werden sich später sicherlich aber auch an den Lipochromen der Wirbellosen werthvolle Aufschlüsse gewinnen lassen; denn daß auch bei diesen (wie nachweislich bei Vögeln, Reptilien und Fischen) gewisse Gesetzmäßigkeiten in der Verbreitung der einzelnen Lipochrome bestehen, kann mir nach den gemachten Erfahrungen nicht mehr im mindesten zweifelhaft sein. Schon der folgende Aufsatz dürfte das lehren.

Die Lipochrome der Spongien.

(Hierzu Taf. VII u. Taf. VIII.)

Die mikroskopische Beobachtung, welche in vielen, dem unbewaffneten Auge gleichmäßig tingirt erscheinenden Spongienarten verschieden gefärbte Pigmentkügelchen, ja von einander ganz abweichend pigmentirte Zellen wahrnehmen läßt, belehrt uns, daß Spongien trotz ihres eintönigen Colorits doch mehrere Farbstoffe enthalten, und erklärt so durch quantitative Schwankungen des Gehaltes an den einzelnen Farbstoffen, durch den Ausfall bald dieses, bald jenes Pigmentes die außerordentlich großen Farbenabweichungen, welche z. B. von Reniera aquaeductus, von nahe verwandten Suberitiden (Suberites flavus, S. massa und S. lobatus) allgemein bekannt sind. Was das mikroskopische Bild von Pigmenten in den Spongien scharf unterscheiden läßt, verwischt sich nothwendig wieder nach Behandlung der Gewebe mit Flüssigkeiten, in welchen sich die Farbstoffe lösen, und eine spectroskopische Untersuchung reicht in diesen Fällen zur directen Unterscheidung mehrerer Pigmente in den Farbstofflösungen selten aus. Rothe, gelbe wie braune Pigmente gehen aus zahlreichen Spongien leicht in Alkohol über, beim Abdunsten des Alkohols lösen sich dieselben gleich gut auch in Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, fetten wie ätherischen Oelen, und die eingedickten Extracte erlauben mittelst der Schwefelsäure- und Salpetersäurereaction nur den Nachweis, daß die gelben wie rothen Spongienfarbstoffe, gleich den ähnlich gefärbten Pigmenten der meisten übrigen Wirbellosen wie Vertebraten, fast ausnahmslos

Lipochrome sind. Diesen Schluß hilft meist zwar auch die spectroskopische Untersuchung der Schwammauszüge ohne Weiteres stützen, wobei es jedoch mit wenigen Ausnahmen sehr feiner Einstellungen geeigneter Schichtendicken der Lösungen bedarf, um die für die rothen wie gelben Lipochrome charakteristischen Absorptionsstreifen aufzufinden, denn theils überdecken diese sich gegenseitig, theils werden sie durch andere Pigmente, deren Spectren sich als frei von Absorptionsbändern erweisen, unkenntlich gemacht. Zugleich verräth sich durch das spectroskopische Verhalten der Auszüge bei mehreren Spongienspecies (Tedania Muggiana [Taf. VII, 4], Reniera aquaeductus [Taf. VII, 6], Suberites flavus [Taf. VII, 8—10], Tethya Lyncureum [Taf. VII, 18] und Clathria coralloïdes [Taf. VII, 23]) die Gegenwart von hepatochromatischen Farbstoffen, welche durch das Band vor *C* gekennzeichnet, beim Verseifen der Lösungen durch Natronlauge aber zersetzt werden.

Weit vollständiger jedoch als durch das Mikroskop am lebensfrischen Schwammgewebe gelingt die Farbstoffanalyse an den alkoholischen Extracten nach ihrer Verseifung. Wie aus den Erklärungen zu Taf. VIII ersichtlich ist, habe ich mehrere Spongienspecies in dieser Weise untersucht und zwar vorwiegend solche Arten, an deren alkoholischen Auszügen die spectroskopische Besichtigung vor der Verseifung ziemlich resultatlos geblieben war. An den Auszügen einiger anderen Spongien, welche mir ebenfalls noch zur Verfügung standen, habe ich geglaubt, mir die Verseifungen ersparen zu können, weil die an den Flüssigkeiten direct beobachteten Absorptionsbänder denen der meisten, nach ihrer Verseifung untersuchten Spongienfarbstofflösungen der Lage nach so vollständig glichen, daß an der Identität dieser Pigmente nicht zu zweifeln war, und die immerhin kostspieligen und zeitraubenden Verseifungsversuche somit hier sicherlich nichts Neues ergeben haben würden. Wie genau die Bestimmungen der Absorptions-

bänder auch in den unverseift gelassenen alkoholischen Auszügen bei einigen Spongien ausfallen können, erhellt bei Vergleich von Taf. VII mit Taf. VIII. Erstere Tafel enthält ausnahmslos Spectralbilder, welche von mir in Triest entworfen sind, zu einer Zeit also, wo ich die Ergebnisse an den verseiften Portionen noch gar nicht kannte. Es sind dieselben ohne jede Correctur genau so wiedergegeben, als sie ihrer Zeit beobachtet und gezeichnet wurden, und man wird es bei Durchsicht der Tafel auch begreiflich finden, daß — da die Spectralbänder bei Esperia und Papillina suberea von denen anderer Spongienspecies verschieden gefunden wurden, die Bänder in den meisten Spectren nur verwaschen erschienen — ich in Triest schließlich alle Hoffnung aufgegeben hatte, über die Spongienlipochrome irgendwie Bemerkenswerthes festzustellen, und wie ich mich sehnte, die Auszüge erst der Verseifung unterworfen zu haben; wie das Folgende lehren wird, sind die Erwartungen, welche ich an diese stellte, gewiß auch nicht ganz unerfüllt geblieben.

Der braunrothe alkoholische Auszug von Tedania Muggiana (vgl. Taf. VII, 3 und 4, Taf. VIII, 1—3) gab nach dem Verseifen an Petroläther reichliche Farbstoffmengen ab, welche denselben je nach der Concentration gelb bis orange färbten. Nach dem Verdunsten des Petroläthers blieb ein gelber Farbstoffkörper zurück, der sich mit Salpetersäure wie mit Schwefelsäure tief blau färbte, an dem Jod aber keinen auffälligeren Farbenwandel hervorrief. Der Farbstoff löste sich leicht in Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff; die Farbe wie das spectroskopische Verhalten dieser Lösungen glich sehr denen des Lipochrins.

Fügt man nach dem Ausschütteln mit Petroläther der Seife Kochsalzlösung und pulverisirtes Kochsalz hinzu, so färbt sich der Petroläther noch weit intensiver als vor dem Salzzusatze; das spectroskopische Verhalten dieser Farbstofflösung ist jedoch

genau das nämliche als im ersten Falle. Nimmt Petroläther keinen Farbstoff aus der Seife mehr auf, so erhält man beim Schütteln mit Aether eine ähnlich gefärbte Flüssigkeit wie anfangs durch den Petroläther, aber von einem wesentlich anderen Verhalten. Während das Spectrum des vom Petroläther aufgenommenen Farbstoffes in seinen sämmtlichen Lösungen zwei Absorptionsbänder aufweist, zeigt das Spectrum des in den Aether übergegangenen ständig nur eins, welches dem des Rhodophans sehr ähnlich gelagert ist, sich in einer stärker concentrirten Schwefelkohlenstofflösung ebenso diffus wie der Rhodophanstreifen ausnimmt, bei größerer Verdünnung aber schon hinter *F* endet (Taf. VIII, 3). Der Aether läßt rothe Farbstoffflocken in der Seife ungelöst, welche sich gegen Alkohol, Chloroform und Schwefelkohlenstoff nicht weniger resistent als gegen Aether verhalten, von Essigäther wie von verdünnten Alkalien dagegen gelöst werden. Beim Benetzen mit Essigsäure färben sich dieselben purpurn, lösen sich alsdann mit purpurvioletter Farbe in Schwefelkohlenstoff und gleichen somit auch in diesen Reactionen vollkommen dem Rhodophan.

Dem gelben alkoholischen Auszuge von Suberites massa (vgl. Taf. VIII, 4) entzog Petroläther nach der Verseifung den nämlichen gelben Farbstoff wie dem verseiften Tedaniaauszuge. Außerdem war in der Seife, wie die Lichtabsorptionen ihrer späteren Petroläther- und Aetherextracte andeuteten, noch ein rothes Pigment vorhanden, welches von dem gelben zu trennen mir nicht glücken wollte.

Die Colonie, welche mir von Suberites flavus (vgl. Taf. VII, 8—11, Taf. VIII, 5—9) vorlag, zeichnete sich dadurch aus, daß sich in ihr das aus Tedania Muggiana durch Verseifen reiner gewonnene gelbe Pigment ausschließlich vorfand. Dieser Schwamm enthielt so reichliche Mengen des Farbstoffes, daß es oftmaliger Extractionen mit Petroläther bedurfte, um den Farbstoff der Seife

bis auf Spuren zu entziehen. Die mit Kochsalz versetzte Seifenlösung gab nach der Petrolätherbehandlung noch etwas gelbes Pigment an Aether ab, welches (cf. Taf. VIII, 9) aber von dem, welches der Petroläther ausgezogen hatte, nicht verschieden war.

Spectroskopisch differirt von den beschriebenen lipochrinähnlichen gelben Pigmenten aus Tedania Muggiana und Suberites flavus ein in seinen Lösungen von denen jener kaum unterscheidbarer Farbstoff, welcher aus dem verseiften alkoholischen Auszuge einer rothen Suberitesspecies, die als etwa 3 mm dicke Kruste eine Schale von Pecten glaber außen überzog, ohne vorausgegangenen Kochsalzzusatz in Petroläther überging (vgl. Taf. VIII, 10). Durch sein Verhalten gegen concentrirte Schwefelsäure und starke Salpetersäure bekundet der Farbstoff seine Zugehörigkeit zu den Lipochromen, die Verschiebungen, welche die beiden Spectralbänder beim Lösen des Farbstoffes in Chloroform und Schwefelkohlenstoff gegenüber der alkoholischen Lösung darbieten, sind relativ die nämlichen als die des Lipochrins, aber die Lage der Bänder ist eine zu differente als daß an eine Identität beider Farbstoffe zu denken ist. Dieses Pigment läßt sich der Seife durch Petroläther ziemlich vollständig direct entziehen, nach dem Kochsalzzusatze erhält man durch den Petroläther schon einen andern Farbstoff mit in Lösung (vgl. Taf. VIII, 11), welcher reiner aber erst durch eine nachträgliche Aetherbehandlung der Seife gewonnen wird (Taf. VIII, 12 und 13).

Gleich denen des Rhodophans erscheinen die Spectren dieses Farbstoffes gewöhnlich einbänderig. Die Lage des Bandes entspricht aber weder der des Rhodophans par excellence, noch der des diesem durchaus gleichen Pigmentes aus Tedania Muggiana; auch sprechen die genannten Lösungsverhältnisse dieses rothen Suberitesfarbstoffes wenig für eine Identität mit jenen Körpern, wie er sich denn auch nicht mit purpurvioletter, sondern nur mit tief chamois oder orangerother Färbung in Schwefelkohlen-

stoff löst. Uebrigens ist auch der Vergleich seiner Spectren mit denen der rhodophanartigen Pigmente kein vollkommen correcter, weil der orangefarbige ätherische Auszug der Seife vom Suberitesroth zwar nur bei ganz außergewöhnlich günstiger Beleuchtung, dann aber vollkommen scharf ein Absorptionsband um *G* aufweist (Taf. VIII, 12), von dem etwas Aehnliches an Rhodophanlösungen nicht gesehen wurde. Charakteristisch ist für das Spectrum einer concentrirteren Schwefelkohlenstofflösung dieses Farbstoffes, daß das Absorptionsmaximum des Einen Bandes dicht vor *G* scharf abfällt, die diffuse Absorption am anderen Ende dagegen nicht einmal die *b*-Linie erreicht (Taf. VIII, 13). Die Spectren verschiedener Farbstofflösungen aus einer tief rothen, bislang wenig untersuchten und unbeschrieben gelassenen Papillinaspecies der Adria (Papillina rubra *mihi*), welche unverseift von mir spectroskopirt wurde, lassen auf das Vorkommen desselben Pigmentes bei dieser Spongie schließen (vgl. Taf. VII, 11—13).

Aus Papillina suberea (Taf. VII, 14—16, Taf. VIII, 14—17) nimmt Alkohol ein gelbes Lipochrom auf, welches sich spectroskopisch zu dem von Suberites flavus ähnlich stellt, wie das Lacertofulvin[1]) zum Lipochrin. Während die beiden Spectralbänder des vom Petroläther dem verseiften rothen Suberitesauszuge entnommenen Farbstoffes von denen des gelben Pigmentes aus Suberites flavus nach dem rothen Ende des Spectrums zu deriviren, lagern die des Farbstoffes aus der gelben Papillina mehr am blauen Ende des Spectrums. Schon ohne Kochsalzzusatz färbt sich der Petroläther mit dem verseiften alkoholischen Papillinaauszuge grüngelb: ein Verhalten, welches dieser Farbstoff sowohl mit dem Zoofulvin und Chlorophan wie mit dem Lacertofulvin gemeinsam hat und denselben von dem gelben Farbstoffe des Suberites flavus in beschränktem Maße

[1]) Vgl. *Krukenberg,* Die Farbstoffe in der Reptilienhaut. Vgl.-phys. Studien. II. Reihe, II. Abth., 1882, S. 52.

gleichfalls unterscheiden läßt. Der Verdampfungsrückstand des Petrolätherauszuges von Papillina färbte sich nicht nur wie die übrigen reiner dargestellten Lipochrome mit concentrirter Schwefelsäure oder starker Salpetersäure blau, sondern durch Jod-Jodkaliumlösung auch sehr deutlich grün. Ein anderes Lipochrom erhielt ich aus Papillina suberea nicht; Petroläther nahm allen Farbstoff aus der Seife auf, und die einzelnen Auszüge zeigten unter sich ein gleiches spectroskopisches Verhalten.

Die an den verseiften Spongienextracten gewonnenen Resultate gestatten auch eine Beurtheilung der spectroskopischen Befunde an unverseift gelassenen alkoholischen Auszügen einiger anderen Spongienspecies. So wird aus den Spectren bei letzteren geschlossen werden dürfen, daß sich der gelbe Farbstoff, den ich aus Suberites flavus abschied, auch in Hircinia spinosula (vgl. Taf. VII, 1 und 2), Reniera aquaeductus (Taf. VII, 5 und 6), Tethya Lyncureum (Taf. VII, 17—19) und, wie ich gestützt auf Beobachtungen, welche keine besondere Darstellung erfuhren, weiterhin hinzufügen kann, in Cacospongia, vielleicht auch in Chondrosia reniformis sich findet, während das gelbe Lipochrom einer von mir untersuchten Esperia-Species (Taf. VII, 20 und 21) mehr dem gelben Suberitenfarbstoffe gleich kommt, dessen Spectrum Taf. VIII, 10 entworfen ist. Recapitulirend sei schließlich noch bemerkt, daß auch das gelbe Lipochrom von Aplysina aërophoba (vgl. S. 43) mit dem von Suberites flavus durchaus übereinstimmt.

Wenn die Kenntniß von den thierischen Farbstoffen für die Systematik irgendwo belangreich werden kann, so läßt sich das von ihr für keine Thierclasse mehr erwarten als für die Spongien, wo die wandelbare Form, Structur und Textur eine systematische Abgrenzung der einzelnen Species sehr erschweren. Hat doch schon *F. E. Schulze* bei der Unterscheidung der Aplysiniden die Constanz abweichender Färbungen hervorgehoben und systematisch

zu verwerthen verstanden. Um wie vieles günstiger noch müssen sich die Aussichten für die Suberitiden stellen, bei denen die morphologischen Verhältnisse noch weit veränderlicher als bei den Aplysiniden sind. Die Farbstoffanalyse wird entscheiden können, wo qualitative oder nur quantitative Färbungsverschiedenheiten existiren, wo die Farbenabweichungen nur äußerliche oder wirklich fundamentale sind und so voraussichtlich nicht nur die Species der Papillinagattung zusammenfassen, die gelben und rothen Suberitidenspecies auseinanderhalten helfen, sondern auch die in ihrer Färbung von einander sehr abweichenden rothen, orangenen, gelben und braunen Stöcke nur als Varietäten ein und derselben Species verständlich werden lassen.

Aus den bereits aufgedeckten Thatsachen tritt das weite Verbreitungsgebiet der Lipochrome klar hervor; was jedoch die spectroskopischen Abweichungen, welche die rothen wie gelben Fettfarbstoffe, bald streng nach Classen oder Gruppen geordnet, bald der Ausdruck einer Specieseigenthümlichkeit, physiologisch zu bedeuten haben, wie diese functionell und genetisch zu erklären sind, wird erst aus weiteren Untersuchungen ersichtlich werden. Merkwürdig bleibt, daß auch aus der Zahl der Lipochrome, welche von den Spongien bis zu den Vertebraten herauf überall angetroffen werden, sich bald hier, bald dort in der sonst wenig unterbrochenen Kette ein Organismus, eine Form mit nur wenigen Verwandten ein Pigment erwählt, welches nur in einer sehr abgelegenen Region des Thierreiches oder, so weit das Licht der Forschung reicht, nirgendwo ein Gleiches fand[1]).

[1]) Auffallend verschieden von allen mir bekannt gewordenen Spongienfarbstoffen scheint das purpurrothe Pigment zu sein, welches *Moseley* (l. c., p. 1) in der Sarcode von Poliopogon Amadou auffand. Dasselbe soll in verdünntem Alkohol wie in Süßwasser löslich, in absolutem Alkohol dagegen unlöslich sein, und in Lösung untersucht kein Absorptionsband im Spectrum zeigen. Es schien *Moseley*, als ob die Färbung des Schwammes unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft viel lebhafter wurde.

Bemerkungen zu einigen neueren Aufsätzen vergleichend-physiologischen Inhalts.

1. *A. Guillebeau* u. *B. Luchsinger*, Fortgesetzte Studien zu einer allgemeinen Physiologie der irritabeln Substanzen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 28, 1882, S. 1—60.

In der Ueberzeugung, daß die Ansichten über centrale und peripherische Giftwirkungen an Wirbellosen so lange stets auseinandergehen werden, bis Mittel in Anwendung gebracht sind, durch welche nicht nur das Befinden der Muskeln, sondern mit gleicher Schärfe auch das der peripheren Nervenendigungen, peripher gelegenen Ganglien und das der Nerven selbst stricte zu beweisen ist, beschränkte ich die Untersuchungen, welche für mich thatsächlichen Werth besitzen, lediglich auf solche Formen, an welchen partielle Vergiftungen ausführbar sind. Auf Durchschneidungen der Nervenstämme, Excisionen der Ganglien, Ablösung ganzer Hautstücke u. dgl. m., vor allen aber auf combinirte Vergiftungen gründete sich mein ganzes Hoffen, und wo diese Operationsmethoden keine zweckentsprechende Anwendung finden konnten, verzichtete ich bereitwilligst auf weitere Untersuchungen, weil mir eben ohne die genannten Angriffsweisen keine bindende Schlüsse erhaltbar zu sein schienen. Wenn ich trotzdem früher[1]) einige Beobachtungen mitgetheilt habe, welche in einer der gerügten Weise entsprechenden angestellt waren, so verknüpfte ich damit den Zweck, experimentelle Belege dafür zu liefern, daß bei Wirbellosen ohne Sonderung der peripheren von den centralen Organen keine Sicherheit in der Bestimmung des vergifteten Theiles zu erzielen ist; die Einbildung lag mir sehr fern, damit wichtigere biologische Ergebnisse zu verkünden. Daß es aber nicht nur auf einem einseitigen Vorurtheile beruht, wenn ich glaube, daß an Wirbellosen, welchen man durch größere Stichwunden verhältnißmäßig erschreckende Flüssigkeitsquanta oft sogar noch von hohem Concentrationsgrade beigebracht hat, centrale Störungen nicht ausbleiben werden, welche mit der Giftwirkung gar nichts zu schaffen haben brauchen, daß man

[1]) Jetzt, wo an derartigen Litteraturangaben kein Mangel mehr herrscht, würde ich dieselben schwerlich mitgetheilt haben.

ohne Durchschneidung und Reizung isolirter Nervenstämme bei Wirbellosen nur höchst selten einen Aufschluß über den Angriffspunct des Giftes erhalten kann, — daß dieses anzunehmen nicht nur auf einer subjectiven Beschränkung meinerseits beruht, geht zur Genüge daraus hervor, daß es sich bei einer ziemlichen Anzahl von Giftwirkungen (z. B. bei der Frage nach der Curarewirkung bei den Krustern) mit dem Ja oder Nein (ob centrale oder periphere Wirkung), für das jeder neu auftretende Untersucher sich entscheidet, genau so geht wie mit dem Paar oder Unpaar beim Würfelspiel. Würde doch jeder so ganz wie ich davon überzeugt sein, daß es heutzutage, wo die Arbeiten von *Faivre*, *Eimer*, *Romanes*, *Carpenter*[1]) und *Vulpian* so viele bindende Beweise für die Einrichtung der nervösen Apparate, für die Art der Giftwirkung bei einzelnen Wirbellosen an's Licht befördert haben, nur verdienstlich sein kann, wenn man diesen Zweig unseres Wissens ausschließlich mit bindenden Versuchsresultaten bereichert, zu deren Erreichung uns partielle und combinirte Vergiftungsversuche sehr wohl verhelfen können. Nicht von der Zahl, sondern von der Wahl der Versuchsobjecte hängen hier wie bei allen vergleichend-physiologischen Untersuchungen in erster Linie die Erfolge ab. Sieht man sich bei einer Evertebratenspecies unfähig, die peripheren von den centralen Giftwirkungen scharf und vorwurfsfrei unterscheidbar zu machen, so wird man hier gewiß von toxicologischen Experimenten, oder wenigstens von deren Mittheilung ganz Abstand nehmen. Man spürt die Lücke kaum, welche die chemischen Untersuchungen der contractilen Gewebe bei den kleinen Insectenformen lassen mußten, und ebenso werden auch viele Repräsentanten ganzer Classen unter den Wirbellosen noch mehr als heute toxicologisch unberücksichtigt bleiben, wenn die Versuche erst auf eine größere Anzahl wirklich brauchbarer Species ausgedehnt sein werden. Aber nichts ist schmerzlicher, als wenn ziemlich dicke Abhandlungen über die Physiologie des Krebsherzens — über ein Object, welches sich für vergleichend-toxicologische Studien ganz besonders empfiehlt — von Forschern geschrieben werden, welche sich diese neueren Errungenschaften noch nicht zu eigen gemacht haben und sich deshalb darauf beschränkten, das Herz mit nur möglichst vielen Vertebratengiften zu behandeln, was selbstverständlich für die Wissenschaft um so fruchtloser bleiben mußte, als die sog. Herzgifte (mit Ausnahme des Veratrins) diesen Namen für die Herzen vieler Evertebraten gar nicht verdienen, und hier nothwendig andere Substanzen ausfindig gemacht werden

[1]) *Carpenter*, *W. B.*, On the structure, physiology and development of Antedon (Comatula *Lam.*) rosaceus. Proc. of the r. soc. Vol. 24, Nr. 166, 1876, p. 226—227.

—, Supplemental note to a paper on the structure, physiology and development of Antedon rosaceus. Ibid. Nr. 169, 1876, p. 451—455.

müssen, welche uns über die Einrichtung dieser Apparate in ähnlicher Weise belehren, wie das Atropin, Muscarin und Digitalin am Wirbelthierherzen.

Als einen gesicherten Zuwachs unseres vergleichend-toxicologischen Wissens habe ich immer die Resultate meiner Untersuchungen über das Chromatophorenspiel bei Eledone moschata und den Nachweis einer muskellähmenden Wirkung der Anästhetika wie des Atropins bei Hirudo officinalis betrachten zu dürfen geglaubt. Meine Beobachtungen an Eledone haben durch *Yung*[1]) eine Wiederholung und in allen wichtigeren Punkten auch ihre Bestätigung erfahren. Gegen *Yung's* Arbeit bleibt nur einzuwenden, daß er die specifischen Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Cephalopodenspecies (besonders von Eledone und Sepia) nicht hinreichend erfaßt hat, und deshalb sein Generalisiren nicht am richtigen Platze ist.

Meine Beobachtungen über die Wirkungsweise der Anästhetika bei Hirudo haben jüngst gleichfalls zu einer Nachuntersuchung Veranlassung gegeben und zwar den beiden Forschern, deren Aufsatz oben citirt ist, *Guillebeau* und *Luchsinger*. Die Angriffe, welche meine Angaben dabei erfahren haben, richten sich weniger auf meine Versuchsergebnisse als auf die dabei in Anwendung gebrachten Methoden und auf meine Schlußfolgerungen. Es wird mir vorgeworfen:

1. Die Nervenleitung, welche aller Wahrscheinlichkeit nach den Verkehr zwischen den einzelnen Ganglien direct (ohne Dazwischenkunft der dem Bauchstrange intercalirten Ganglien) vermittelt (Generalfasern), nicht berücksichtigt zu haben.

2. Die von mir empfohlenen partiellen Versuche hätten ihre Nachtheile und seien für die Lösung vieler Fragen ganz unnöthig (vgl. S. 12).

3. Die von mir beobachteten peripherischen Lähmungen beruhten einfach auf einer wesentlich peripheren Angriffsweise des Giftes und

4. sei die von mir ausschließlich angewandte Sensibilitätsprüfung eine unzulässige; „denn", so sagen *G.* u. *L.*, „bei den doch immerhin kleinen Wesen ist die Gefahr von Stromesschleifen, die von den gelähmten auf die gesunden Theile überspringen könnten, allein schon groß genug; diese wächst aber noch viel mehr, wenn wir bedenken, daß Stromesschleifen sogar nur bis in den Bauchstrang gleicher Höhe zu gelangen brauchen, um dort die noch intact gebliebenen Generalfasern zu reizen. Eine Prüfung der Sensibilität durch andere Reize zeigt sich dringend geboten" (S. 8).

---

[1]) *Yung, E.*, Recherches expérimentales sur l'action des poisons chez les Céphalopodes. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. III, 1881, S. 97—120.

In Betreff des ersten Punctes, der für meine Schlußfolgerungen aber nur wenig bedeutet, glaubte ich bei der Interpretation meiner Befunde mit *Faivre*[1]) annehmen zu sollen, daß es bei Hirudo in Folge der gleichmäßigen Dicke der Commissuren nicht möglich sei, daß jedes Ganglion zum Gehirne eine Anzahl Fasern entsende, sondern nur mit den beiden ihm zunächst liegenden in Verbindung stehe. Die sehr gründlichen histologischen Untersuchungen von *E. Hermann*[2]) haben jedoch gezeigt, daß eine Anzahl oberflächlich liegender, in deutliche Neurilemmfächer gehüllter Fibrillenbündel ein Bauchganglion ununterbrochen durchzieht, „um erst in einem andern Ganglion mit den übrigen Elementen in Zusammenhang zu treten“ (S. 87). Dabei fragt es sich aber noch sehr, ob eine Nervenfaser auch ohne ganglionäre Unterbrechungen mehrere Ganglien durchsetzen kann, was bei den sehr complicirten histologischen Verhältnissen mikroskopisch schwer zu entscheiden sein wird, ich aber deshalb nicht annehmen möchte, weil ich fand, daß nach Injection größerer Strychninmengen, deren Volum und Concentrationsgrad lange nicht das Unerlaubte erreichte, in's unterbundene Mittelstück die Coordination der Bewegungen am Vorder- und Hintertheile erloschen war. Aber selbst dann, wenn ich mich der Auffassung von *G.* u. *L.* unbedingt anschließen würde, erwüchse daraus der Erklärung der experimentellen Befunde weder ein Vortheil noch ein Nachtheil in dieser oder jener Richtung; denn es handelt sich —, da auch *G.* u. *L.* annehmen, daß die peripheren Organe des Thieres nur mit den sensibeln und motorischen Ganglien des betreffenden Metamers in directer Beziehung stehen (S. 7 u. 55 ff.), — für meine Gegner nur darum, an einem separirten Leibessegmente den Nachweis zu führen, daß die Ganglien des Metamers früher eine Schädigung durch die Anästhetika erleiden als die Muskeln.

Ich habe bei Egeln, welche ganz oder theilweise chloroformirt oder ätherisirt waren, Bewegungen an den vergifteten Stücken regelmäßig so lange wahrgenommen, bis die Muskeln ihre Contractilität bei electrischer Reizung eingebüßt hatten; viele Versuche habe ich in dieser Richtung ausgeführt, so daß die Richtigkeit dieser Angabe für mich unzweifelhaft fest steht. Die Auffassung *G.* und *L.'s*, daß der frühe Eintritt der Muskelaffection allein der Applicationsweise zuzuschreiben ist, kann ich, obgleich dieser Einwand von mir[3]) selbst erhoben wurde, nicht beipflichten, weil bei eintretender Entgiftung die Muskeln, sobald sie ihre Contractionsfähigkeit zurückempfangen

[1]) *Faivre, E.*, Ann. d. scienc. nat. Zool. IV Sér., T. VI, 1856, p. 20—24.

[2]) *Hermann, Ernst*, Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis. München, 1875.

[3]) Auf S. 86 meiner Vgl.-physiolog. Studien (I. Reihe, I. Abth.) heißt es: „Mag nun die längere Reactionsfähigkeit des Nervensystems mehr auf seiner centraleren Lage oder auf einer größeren Immunität gegen diese Substanzen (Anästhetika) beruhen,

haben, auch sogleich wieder in Function gesetzt werden, was mir unmöglich scheint, wenn der Aether oder das Chloroform die ganglionären Elemente des Bauchstranges erst viel später als die tiefst gelagerten Muskelgruppen erreichen und von ihnen demnach auch erst später, voraussichtlich ungleich später als von den Muskeln ausgeschieden werden würden. Läge hier aber auch, wie *G.* u. *L.* (S. 14) wollen, thatsächlich nur eine Folge der wesentlich peripheren Angriffsweise des Giftes vor, so wäre das kein weniger abweichendes Verhalten von dem der Anästhetika bei den Wirbelthieren; denn die locale Wirkung dieser Substanzen ist in der Verdünnung, in welcher ich sie anwandte, bei den Vertebraten —, man darf dabei natürlich nicht an einen Spray von Hydramyl- oder Schwefeläther denken, — jedenfalls nur höchst minimal.

Jeder, der Chloroform gegen Zahnschmerz anzuwenden Gelegenheit nahm, wird wissen, wie wenig auch von einer local-anästhesierenden Wirkung dieses Mittels zu halten ist. Ganz anders bei Hirudo; hier haben wir, wie auch *G.* u. *L.* so schön dadurch nachgewiesen haben, daß sie ein chemisches Reizmittel (concentrirte Schwefelsäure) an Stelle des electrischen treten ließen, eine sehr ausgesprochene locale Anästhesie. Bei Anwendung von electrischen Reizen erregen wir die am chloroformirten Egel intact gebliebenen Centralorgane mit Einschluß der Nervenstämme, durch eine Schwefelsäureapplication der Haut, nur peripher gelegene Theile, vorzugsweise die peripher sensibeln Apparate. Man ersieht hieraus zugleich, daß dem vierten, von *G.* u. *L.* mir gegenüber erhobenen Einwand ein offenbarer Irrthum zu Grunde liegt. Wollten *G.* u. *L.* meine Versuche in eine correctere Form kleiden, so hätten sie **nicht die Haut** mit concentrirter Schwefelsäure benetzen müssen, sondern auf Querschnitten des durch Aether oder Chloroform brettartig hart gewordenen Wurmstückes **den Bauchstrang** selbst; so sind unsere Versuche aber inadäquat geblieben, weil Hautreizungen bei Lähmung der peripher sensibeln Nervenendigungen über den Zustand der Sensibilität (d. i. nach *G.* u. *L.* [S. 10] eine **centrale** Leistung und zwar „das Vermögen, Nachrichten von äußeren Reizen auf andere Segmente wirksam zu übertragen") nichts zu entscheiden vermögen. Daß bei der Einwirkung der Anästhetika auf Hirudo die selbständigen Bewegungen zuerst am Saugnapfe aufhören, glaube ich mir gleichfalls viel einfacher durch eine Lähmung der an dieser Stelle so sehr exponirt liegenden peripheren Nervenendigungen erklären zu können, als wenn ich mit *G.* u. *L.* annehmen würde, daß es

immerhin lehren meine Versuche, daß die Muskelstarre zuerst in die Erscheinung tritt und bereits vollständig geworden ist, wenn das Nervensystem seine Functionen einstellt."

sich bei der Wirkung der Anästhetika in erster Instanz um eine Lähmung der complicirtesten Vermögen des Centralorgans handele.

Den von *G.* u. *L.* eingehender mitgetheilten Vergiftungsversuchen mit Chloral kann ich, ganz abgesehen davon, daß ich von Injectionsversuchen an so kleinen Geschöpfen überhaupt nur wenig oder gar nichts halte, keine Beweiskraft zuerkennen; denn zur Ueberführung der injicirten 0,03 gr. Chloral in einen für Hirudo unschädlichen Concentrationszustand[1]) hätte es etwa eines Cbcm. Wassers —, ich sage einer ganzen *Pravaz*'schen Spritze voll! — bedurft, also eines Volums, welches das für Hirudo zulässige Injectionsquantum doch wohl bei weitem überschreitet. Daß nach so wahrhaft gewaltigen Injectionsmassen die Reflexe nicht mehr recht von Statten gehen wollen, kann mir durchaus nicht wunderbar sein.

Injectionsversuche bringen uns hier aber überhaupt nicht vom Flecke, und wenn *G.* und *L.* bemerken, daß sich eine partielle Vergiftung in der That für viele Fragen gar nicht mehr nöthig zeigte, so muß ich hinzusetzen, aber nur für Fragen, welche unsere Controverse nicht berühren. An erster Stelle müssen hier doch wohl Mittel gefunden werden, durch welche man centrale von peripheren Wirkungen mit völliger Sicherheit unterscheiden kann, und wie man das anders als durch partielle Vergiftungen bewerkstelligen will, ist mir aus der Darstellung von *G.* und *L.* nicht klar geworden. Allerdings lassen sich Symptome genugsam beschreiben, die bald mehr auf eine centrale, bald mehr auf eine peripherische Giftwirkung hinweisen; aber ich denke, derartige Anzeichen, welche jeder Beobachter schließlich drehen und wenden kann, wie es ihm beliebt, bleiben am besten unbeachtet. Werden bei Hirudo die centralen Ganglien durch die Anästhetika früher oder später gelähmt als die Muskeln? Das ist das Problem, welches eine wissenschaftliche Toxicologie mit aller Strenge vorerst zu lösen hat, bevor andere Fragen in Betracht gezogen werden können. Ich gebe zu, gelöst ist dieses Problem keineswegs, obschon ich nicht daran zweifle, daß sich die Sache genau so verhält, wie ich sie zu Anfang dargestellt habe. Bei genauem Durchgehen der Versuche von *G.* und *L.* wird man unschwer ersehen, daß das, was diese Forscher als centrale Sensibilitätslähmungen auffassen, ebensowohl nur Lähmungen peripherer Nervenendigungen gewesen sein können und dieses, wie ich urtheile, auch thatsächlich nur gewesen sind. Stellt man den Reizversuch mit concentrirter Schwefelsäure in der Weise an, wie derselbe in diesem Falle ausgeführt werden muß, indem man nämlich im geeigneten Stadium der Vergiftung die Ganglienkette eines unterbundenen chloroformirten Stückes mit der Säure direct betupft, so be-

[1]) In 5%igen Salzlösungen geht Hirudo sehr bald zu Grunde. Cf. meine Studien, I. Reihe, I. Abth., S 107.

obachtet man (genau so wie bei der electrischen Reizung) Bewegungen an den unvergiftet gebliebenen Enden des Thieres. Wegen der Existenz der Generalfasern berechtigt dieses Ergebniß selbstverständlich nicht zu dem Schlusse, daß die Ganglien bei eingetretener Muskelstarre von den Anästhetika noch unberührt gelassen sind, aber ich könnte auch keinen einzigen Versuch aus der Arbeit von *G.* und *L.* namhaft machen, aus welchem das Gegentheil hervorginge. Trotzdem diese Forscher das Wort „Sensibilität" ausdrücklich als eine centrale Leistung definiren, so beziehen sich doch ihre sämmtlichen Versuche und Schlüsse nur auf das Empfindungsvermögen der äußern Haut — also auf Functionen rein peripherer Organe —, welches von ihnen mit dem Sensibilitätsvermögen der Centralorgane constant verwechselt und identificirt wird.

So bleibt denn das interessante Resultat bestehen, daß nicht nur das Atropin, ganz abweichend von seinem Verhalten bei den Wirbelthieren, für Hirudo ein muskellähmender Stoff ist, sondern daß auch bei einer Vergiftung durch die Anästhetika eine Muskellähmung bei Hirudo zuerst in die Erscheinung tritt und bereits vollständig geworden ist, bevor die Centralorgane ihre Functionen in ersichtlicher Weise einstellen. Der Wunsch, dieses merkwürdige Verhalten der Blutegelmuskeln —, ihre rasche Lähmung durch die Anästhetika und durch Atropin, ihr Starrwerden durch Chloroform wie Aether und die rasche Lösung dieser Muskelstarre nach der Ueberführung des Egels in frisches Wasser, — zur allgemeineren Kenntniß gelangen zu lassen, hat mich ehemals allein veranlaßt, meine „Vergleichend-toxicologischen Untersuchungen" der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Uebrigens kenne ich ein vollkommen schlagendes Beispiel, welches beweist, daß die Verallgemeinerung *Luchsinger's* in Betreff der Wirkungen der Anästhetika auf alle Thierclassen Ausnahmen zulassen muß. Denn würden sich die einzelnen Gewebe der Cephalopoden (Eledone, Sepia) den sog. Anästhetika gegenüber analog denen der Wirbelthiere verhalten, so müßten die Thiere in sehr verdünnten Chloroform-, Aether- oder Alkohollösungen äußerlich weiß werden, — eine Erscheinung, welche bei Lähmung der Centralorgane regelmäßig eintritt. Es erfolgt dabei aber gerade der umgekehrte Effect; die Thiere werden in den genannten Lösungsmitteln stets farbig (roth oder braun) und zwar deshalb, weil die Chromatophorenmuskulatur (die sog. Radiärfasern) durch die Anästhetika anfangs gereizt und später im Contractionszustande fixirt d. h. gelähmt wird. Es tritt bei den Cephalopoden an der äußern Haut niemals eine centrale Wirkung der Anästhetika in die Erscheinung.

2. *Metschnikoff, E.*, Zur Lehre über die intracelluläre Verdauung niederer Thiere. Zool. Anzeiger, V. Jahrg., 1882, Nr. 113, S. 310 bis 316.

Wenn man irgendwo von einem Streite um des Kaisers Bart zu reden vermag, so ist es zwischen *Metschnikoff* und mir. Wir stehen in Betreff der Verdauungsweise der Cölenteraten genau auf dem nämlichen Standpuncte, nur daß *M.* nicht anerkennen will, daß der durch ihn gang und gebe gewordene Ausdruck „intracelluläre Verdauung" unglücklich gewählt ist und leicht zu falschen Vorstellungen führt. Ebensowenig wie man bei den Protisten von einer intraprotoplasmatischen Verdauung redet, kann aber auch die Bezeichnung „intracelluläre V." bei Cölenteraten eine Verwendung finden; denn, wie ich glaube, genugsam hervorgehoben zu haben, wird vorwiegend an der Oberfläche der Zellen verdaut, und der Ausdruck „cellulare Verdauung" scheint mir deshalb für diese Erscheinungen vollkommen zu genügen.

Meine frühere, bald nach ihrer Publication auch von *Ray Lankester*[1]) getheilte Ansicht, daß die Actinien „die Nahrung resorbiren und cellular verdauen, die Verdauungsproducte nach außen hin abgeben, um sie von den Zellen des Darmschlauches abermals resorbiren zu lassen", schien, als ich dieselbe aussprach, den Thatsachen am besten zu entsprechen; sie sollte und ist für mich jedoch niemals etwas anderes als eine Hypothese gewesen! Comatulinfütterungen an Actinien trugen daran die Schuld, daß ich diese Auffassung später änderte[2]); zur Verwerthbarmachung von *M.'s* Angaben hätte es dabei einer vorhergegangenen scharfen Unterscheidung von Verdauung und Resorption bedurft, auf welche ich mich erst nach 1 bis 2 Jahren einlassen konnte[3]). Abermals hebe ich *M.'s* Anschauungen gegenüber hervor, daß ich für einige Spongienspecies sicher bewiesen, für andere Cölenteraten wenigstens wahrscheinlich gemacht habe, daß bei diesen Formen die Verdauung der Eiweißstoffe ganz vorwiegend an der äußeren ectodermalen Oberfläche des Thierleibes erfolgt und im Innern meist durchaus nicht. Die diesbezüglichen, von mir mehrfach mitgetheilten Versuchsresultate wird Jeder, der meine Experimente zu wiederholen versteht, als Thatsachen anerkennen müssen, und eine genauere histologische Untersuchung wird unzweifelhaft auf Befunde stoßen, durch welche meine physiologisch-chemischen Ergebnisse ihre volle Bewahrheitung finden. Darüber, daß ein Stoff (wie Carmin), der sich in allen alkalischen Flüssigkeiten, ja selbst in Wasser leicht löst, zu dessen Lösbarmachung es keiner Enzyme bedarf,

[1]) *Ray Lankester, E.*, On the Intra-cellular Digestion and Endoderm of Limnocodium. Quart. Journ. of microsk. Science. Vol. XXI, 1881, p. 119—131.

[2]) Vgl.-physiol. Studien. I. Reihe, III. Abth., 1880, S. 146 Anm.

[3]) Vgl.-physiol. Studien. II. Reihe, I. Abth., 1882, S. 139—142.

streng wissenschaftlich nicht als verdaubar —, welcher Begriff doch lediglich für die Ueberführung unlöslicher Kohlenhydrate und unlöslicher Eiweißsubstanzen in lösliche Stoffe gebräuchlich ist, — sondern nur als resorptionsfähig bezeichnet werden kann, darüber, sage ich, dürfte eine Controverse kaum für möglich gehalten werden. Wenn aber *Bassi* anderseits glaubte, der Indigo werde bei dem Verdauungsacte gelöst, so bin ich für diese irrige Annahme nicht verantwortlich zu machen; mir ist es klar, daß der Indigo durch die Verdauungssäfte ebensowenig wie durch die anderen Körperflüssigkeiten löslich gemacht wird, und es muß derselbe deshalb bei den Insecten nothwendig in Form fester, wennschon nur mikroskopisch erkennbarer Partikelchen die Zellen der Darmwand passiren.

Irrthümlich ist in *M.'s* Aufsatze die Bemerkung (S. 314), es würde in meinen Schriften „nirgends genau angegeben, von welchen Geweben der Verdauungsact" (bei den Cölenteraten) „besorgt wird, und im letzten Vortrage, wo *Krukenberg* seine früheren Argumente gegen die intracelluläre Verdauung wiederholt, behauptet er, wie es scheint auf Grund meiner Versuche, daß bei Actinien das verdaute Material vorwiegend von den Mesenterialfilamenten aufgenommen wird." In einer meiner ersten Abhandlungen[1]) über den Verdauungsmodus der Cölenteraten, welche, trotzdem sie (aus geschäftlichen Rücksichten) von 1880 datirt ist, schon im August 1879 ausgegeben wurde, Ende Juni desselben Jahres bereits gedruckt vorlag, und welche somit noch früheren Datums ist als *M.'s* erste Arbeit[2]), heißt es (S. 51) nach Mittheilung meiner Versuche an den Tentakeln von Anthea Cereus wörtlich wie folgt: „In gleicher Weise negativ fielen meine entsprechenden Versuche mit Theilen der Fußplatte, des Mauerblatts und der Innenwand bei Anthea Cereus aus, und ich schließe aus diesen Ergebnissen, daß das Vermögen, Eiweißsubstanzen zu verdauen, nur den Mesenterialfilamenten zukommt, daß es ferner nicht auf die Nesselkapseln oder deren Secrete bezogen werden darf". Ich bin von *Metschnikoff* also auch in diesem Puncte vollständig unbeeinflußt geblieben!

Unberechtigt ist fernerhin *M.'s* folgender Einwurf (S. 313): „*Krukenberg* wendet *Lieberkühn* und mir ein, daß aus dem Zerfallen und Aufgelöst-

[1]) Ueber den Verdauungsmodus der Actinien. Vgl.-physiol. Studien. I. Reihe, I. Abth., 1880, S. 38—56.

[2]) *Metschnikoff, E.*, Spongiologische Studien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXII, 1879, S. 371—375.

Bezugnehmend auf *M.'s* Citat einer seiner russischen Schriften, bemerke ich, daß im Interesse der Wissenschaft darauf zu halten ist, daß alle Publicationen, welche internationalen Werth besitzen sollen, auch in einer der drei Cultursprachen abgefaßt sein müssen. Es ist ein offenbares Zeichen von anfänglicher Unsicherheit, wenn Arbeiten, welchen man später eine Bedeutung beimißt, in einer Sprache niedergeschrieben sind, welche naturgemäß fast allen Fachgenossen unbekannt sein muß.

werden lebender Infusorien, welche in das Spongillenparenchym gerathen sind, noch kein Schluß auf den Verdauungsact gemacht werden darf, „„da jene protoplasmatischen Wesen auch schleimig erweichen und zerfallen unter Verhältnissen, welche mit einer Verdauung nichts zu schaffen haben; auch ist es nicht einmal bekannt, ob diese Sarkodethierchen nicht selbst Enzyme oder andere eine Selbstverflüssigung bewirkende Substanzen bei sich führen.““ Um consequent zu bleiben, müßte *Krukenberg* gerade dieselben Einwände auch gegen die Annahme einer protoplasmatischen Verdauung bei Infusorien machen, wo man auch keine chemischen Beweise hat; trotzdem acceptirt er dieselbe ohne Bedenken“.

Gerade darin, was den Verdauungsmodus der Protisten anbelangt, bin ich stets sehr überlegend und eclectisch vorgegangen und habe für die protoplasmatische Verdauungsweise derselben Beispiele vorgebracht[1]), wie solche überhaupt nicht schlagender geliefert werden können. Derartige vermißte ich aber in den Mittheilungen *M.'s* vollkommen; denn so selbstverständlich, wie *Metschnikoff* und *Ray Lankester* glauben, so einfach wie sich diese Forscher die ganze Sache machen, ist dieselbe nicht. Wenn *M.* jetzt aber ausdrücklich hervorhebt (S. 312), er habe bei Cölenteraten „eine ganze Reihe von Beobachtungen über die Aufnahme und Verdauung der aufgenommenen Nahrung im Innern der Entodermzellen gemacht“, so habe ich um so weniger Veranlassung an der Richtigkeit seiner Angaben zu zweifeln, als mir derartige Versuche stets ausführbar erschienen sind. Gründliche mikroskopische Untersuchungen über den cellularen Verdauungsact liegen aber für die Cölenteraten noch immer nicht vor, und obgleich ich gern zugestehe, daß Verdauungsversuche ohne Mithülfe des Mikroskopes nicht ausreichen, um bei den Actinien zu entscheiden, „wie nahe der lebende Zellinhalt der Mesenterialfäden sich mit der eiweißhaltigen Kost in Contact befinden muß, damit diese verdaut wird, inwiefern man diesen Verdauungsmodus als einen intra- oder extracellularen zu bezeichnen hat“, so muß ich doch bemerken, daß auch durch *M.* diese Fragen nicht groß gefördert sind, denn zu deren Lösung bedarf es eben der Ausführung mikroskopischer Beobachtungen an lebenden Geweben, welche sich in nahem Contacte mit leicht verdaubarer, reiner Kost (Fibrin) befinden[2]).

Es ist eine Täuschung, wenn *M.* glaubt, meine Untersuchungen über die cellulare Verdauung bei Cölenteraten beschränkten sich auf Versuche, welche mit unbewaffneten Augen zu verfolgen sind. Daß es nicht so ist, darüber wird ihn die unten sub 2) citirte Stelle belehren können. Allerdings war *M.* bei seinen Fütterungsversuchen glücklicher als ich, sicherlich aber nur

[1]) Cf. diese Studien. I. Reihe, I. Abth., S. 55 ff. und meine Vgl.-physiologische Vorträge. Heft II, S. 48.

[2]) Vgl. diese Studien. I. Reihe, I. Abth., S. 48.

deshalb, weil er zwischen Verdaulichem und Unverdaulichem nicht genügend unterschied; denn er befindet sich im Irrthume, wenn er behauptet (S. 314): Nichts ist leichter „als sich durch mikroskopische Untersuchung von dem Eindringen zerkleinerter Nahrungstoffe ins Innere der Entodermzellen verschiedener Cölenteraten zu überzeugen und auch den Verdauungsact direct zu beobachten". Dieser Satz gilt nur für größtentheils unverdaubare oder für schwer verdauliche Nahrung. Wird *M.* mit reiner, leicht verdaulicher Kost (Fibrin) die Versuche wiederholen, so bezweitle ich, daß er dabei zu einem endgültigen Resultate gelangen und die Frage lösen wird, auf die es mir allein ankommt, warum größere Fibrinmassen nur an der Oberfläche der Zellen verdaut werden, warum davon unverdaut absolut nichts von Zellen aufgenommen und im Körper des Thieres herumgeschleppt wird, wie es *M.* und andere bei Darreichung von schwer- oder unverdaulichen Substanzen beobachtet haben.

---

3. *Nußbaum, M.*, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. IV. Mitth. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI. 1882. S. 296—351.

S. 324 heißt es: „Was die Behauptung *Krukenberg's* anlangt, es fehle manchen Teleostiern ein Pankreas, so kann ich nach meinen Untersuchungen wenigstens für den Hecht nicht zustimmen".

Nach meinen Erfahrungen über die gewöhnlich nur rudimentär entwickelten Pankreas bei Pleuronectiden, Aalen und Barschen, welche Arten ich wiederholt auf ihr Pankreas hin besichtigte, und von denen ich auch bei mehreren Exemplaren (mit stärker entwickeltem Pankreas) das Organ auf eine tryptische Wirkung mit positivem Erfolg prüfte, zweifle ich nicht, daß auch Hechte mit stärker entwickelten Pankreasdrüschen zu finden sind. Aber bei allen genannten Arten erfährt wie bei vielen anderen Fischen — selbst bei Haien, Rochen und beim Stör begegnet man großen Differenzen in der Ausbildung des Pankreas — das Organ sicherlich oft eine vollständige Rückbildung, welche, wie mir scheint, rein individuelle oder locale Ursachen hat, wie denn überhaupt für die Fische, deren Magenschleimhaut pepsinogene Drüsen in Menge enthält, das Pankreas ziemlich regelmäßig nur eine untergeordnete physiologische Bedeutung besitzen kann.

S. 325 Anm. 1 sagt *N.*: „*Krukenberg* weist mit Hülfe von Verdauungsversuchen die Fermente der pankreatischen Drüsen nach. — Nur sei die Bemerkung gestattet, daß das Hepatopankreas der Fische keine einheitliche Drüse darstellt wie bei Wirbellosen; die weißliche Pankreassubstanz ist vielmehr von der gelblichen oder bräunlichen Lebermasse völlig histologisch getrennt. Die Drüsen sind nur makroskopisch innig gemischt".

N's. Bemerkungen zu dem Referate meines Versuchsergebnisses sind

ohne Citate, wie sie hier stehen, mindestens überflüssig; denn sie bezeichnen nur den Fortschritt, welchen die Pankreasfrage durch *Cl. Bernard* erfuhr [1]), und welchen anzuerkennen nicht ich [2]), sondern nur die *Hoppe-Seyler*'sche Schule Bedenken trug. Aus den Beobachtungen von *E. H. Weber* und *Legouis*, aus meinen Untersuchungen trat der wahre Sachverhalt klar hervor.

4. ***Maly, R.*, Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie.** Bd. XI. Ueber das Jahr 1881.

Nicht gerade sehr angenehm berührt von meinen Zurechtweisungen [3]), knüpft Herr *Maly* an ein 22 Seiten in Kleindruck füllendes Referat über meine chemisch-physiologischen Arbeiten aus dem Jahre 1881 folgende unverfrorene Bemerkung:

„Der zum Inhalt unverhältnißmäßig große Umfang dieses Capitels ist hauptsächlich durch eine Fluth von Abhandlungen bedingt, die *Krukenberg* in selbständigen Heften unter dem Titel: „„Vgl.-pysiologische Studien““ hat erscheinen lassen. Trotz des dilettantischen (sic!) Charakters dieser Arbeiten, die großentheils in der Erfindung neuer Namen [4]) für (Herrn *Maly!*) unbekannt gebliebene Substanzen bestehen, werden doch den Lesern des Jahresberichtes im Folgenden Referate darüber vorgelegt, um jedem Verdachte irgendwelcher — wenn auch begründbarer — Unvollständigkeit des Jahresberichtes vorzubeugen.“

So schreibt Herr *Maly*, und Der muß es wissen [5]).

---

[1]) Cf. *Krukenberg*, Grundzüge einer vgl. Physiol. der Verdauung, 1882, S. 69.

[2]) Stets habe ich mir unter dem Hepatopankreas — eine Bezeichnung, die ich auf die Fische beschränkte, nicht wie andere Forscher ohne genügende Gründe auch auf die Leber der Wirbellosen übertrug — ein (grob anatomisch betrachtet) einheitliches Organ vorgestellt, in welchem die histologische Untersuchung pankreatisches und hepatisches Gewebe unterscheiden läßt. Ich sprach deshalb auch von einer Dissemination des Pankreas.

[3]) Vgl. diese Studien. I. Reihe, V. Abth., S. 66 ff. und meine Vgl.-physiolog. Vorträge. Heft I, S. 6.

[4]) Vielleicht so überflüssiger wie Herrn *Maly's* „Vitellorubin“ (vgl. S. 99 ff. dieser Abtheilung) oder so geschmackloser wie Herrn *Maly's* „spectraliter“ (cf. *Maly*, Ueber die Dotterpigmente, l. c., S. 6)?!

[5]) Leider enthält es Herr *Maly* seinen Lesern vor, wie die Wissenschaft rascher als bei meinem Vorgehen zu fördern ist, und beschränkt sich bei seinen Specialarbeiten darauf, seit Decennien bekannte Thatsachen für selbst entdeckte auszugeben (cf. diese Studien. I. Reihe, V. Abth., S. 67) oder Untersuchungen weitläufig mitzutheilen, welche sofort eine Rectification erfahren (cf. diese Abtheilung, S. 99 ff.).

Die Farbstoffe der Federn.

Vierte Mittheilung.

(Hierzu Taf. IX, Spectren 15—22.)

Die Federfarbstoffe der Piciden.

In den grünen Federn von Gecinus viridis hatte sich ein gelbes Lipochrom gefunden, welches sowohl vom Zoofulvin (Chlorophan), vom Coriosulfurin wie vom Xanthophan spectroskopisch erheblich abwich und deshalb als Picofulvin bezeichnet wurde. Es lag mir aus mehreren Gründen sehr daran, der Verbreitung des Picofulvins näher nachzugehen; sind doch, wenn der Verbreitungsbezirk eines gut charakterisirten Farbstoffes bekannt geworden ist, zugleich Anhaltspuncte gewonnen für eine Beurtheilung sowohl des Werthes der Farbstoffanalysen für die Systematik als auch der systematischen Abgrenzungen derjenigen physiologischen Vorgänge, bei welchen der betreffende Farbstoffkörper gebildet wird.

Herr Hofrath *Meyer* stellte mir auch für diese Untersuchungen ein ansehnliches Material zur Verfügung. Durch seine Güte erhielt ich nicht weniger als 15 exotische Spechtarten mit gelbem Gefieder, aus deren Federn siedender Alkohol Coriosulfurin, Picofulvin oder ein Gemisch beider Pigmente aufnahm. Nur für die Federn (die gelben unterhalb der Schnabelbasis und der grauen bis braunschwarzen am Bauche, an den Flügeln etc.) von Melanerpes formicivorus boten sich spectroskopisch keine Anzeigen, daß sie Zoofulvin, Coriosulfurin oder Picofulvin enthielten; das

Spectrum des allerdings gelb gefärbten alkoholischen Auszuges dieser Federn wies kein Absorptionsband auf.

Es war für mich eine freudige Ueberraschung, als ich fand, daß der Auszug der gelben Federn bei der einen Spechtart ausschließlich Picofulvin, bei einer andern ausschließlich Coriosulfurin, bei einer dritten Picofulvin neben Coriosulfurin enthielt. Da das erste Absorptionsband des Picofulvins eine gleiche Lage wie das zweite des Coriosulfurins besitzt, die Verlagerung der Absorptionsstreifen beider Farbstoffe in verschiedenen Lösungsmitteln ebenfalls die gleiche ist, treten, wenn sich beide Pigmente neben einander finden, im Spectrum drei Absorptionsbänder auf, von denen bei annähernd gleichen Mengen eines jeden dieser beiden Farbstoffe das mittlere, welches gleichsam ein Doppelband darstellt, das dunkelste von allen ist (Taf. IX, 16). Da die Absorptionsstreifen des Picofulvins und die des Coriosulfurins eine ziemlich gleiche Dunkelheit besitzen, so läßt sich spectroskopisch leicht entscheiden, ob die Federn mehr Coriosulfurin oder mehr Picofulvin enthalten. Man erkennt z. B., daß im alkoholischen Auszuge der gelbgrünen Federn von Chloronerpes aurulentus und Chrysoptilus punctigula (vgl. Taf. IX, 16) das Picofulvin überwiegt, in dem der grünlichen Federn von Chloronerpes Kirkii (vgl. Taf. IX, 17) dagegen das Coriosulfurin.

Unschwer gelingt es, in den alkoholischen Federauszügen, welche Coriosulfurin neben Picofulvin enthalten, beide Pigmente von einander zu trennen. Die verseifte Flüssigkeit wird zu diesem Zwecke mit Petroläther ausgeschüttelt, welcher das Coriosulfurin leicht aufnimmt, nur nach längerer Berührung mit der Seife auch ein wenig Picofulvin. Nach mehrmaliger Extraction mit Petroläther geht das Picofulvin, nur noch durch wenig Coriosulfurin verunreinigt, aus der mit Kochsalz gesättigten Seifenlösung in Aether über. Um reinere Farbstofflösungen zu gewinnen ist es nöthig, die Coriosulfurinextracte abzudampfen und

mit Petroläther abermals aufzunehmen resp. dem Verdampfungsrückstande des ätherischen Picofulvinauszuges durch Petroläther das Coriosulfurin zu entziehen. Man erhält auf diese Weise ziemlich reine Farbstofflösungen, in welchen erst bei verhältnißmäßig starkem Concentrationsgrade Spuren von Picofulvin resp. von Coriosulfurin zu erkennen sind. Durchaus reine Lösungen resultiren, wenn der Petroläther nur kurze Zeit mit der Seife geschüttelt resp. wenn die erste ätherische Ausschüttelung der zuvor mit Petroläther behandelten und mit Kochsalz gesättigten Seifenlösung entfernt wird; der erste Petrolätherauszug enthält nur Coriosulfurin, die letzten Aetherauszüge nur Picofulvin.

Das so gereinigte Coriosulfurin stimmt in seinem spectroskopischen Verhalten und in seinen chemischen Reactionen am besten mit dem Lipochrin überein, von welchem es kaum sicher zu unterscheiden sein wird. Das besonders in der Chloroformlösung des Coriosulfurins, aber auch hier nur inconstant und mit wechselnder Deutlichkeit auftretende Absorptionsband hinter *G* dürfte diesem Pigmente kaum angehören, sondern, wie mir schon früher wahrscheinlich war, einem andern, das Coriosulfurin in seinen meisten Vorkommnissen begleitenden gelben Farbstoffe. Da die Lage dieses Bandes derjenigen des zweiten Absorptionsstreifens vom Picofulvin genau entspricht, so ist, wie ich glaube, die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß jenes, auch in den Lösungen anderer gelben Farbstoffe (Ontochrin, Lipochrin[1]), aber immer nur inconstant gesehene Absorptionsband nichts anderes als das zweite Band des Picofulvins ist, mit welchem die dem Lipochrin spectroskopisch am nächsten stehenden Pigmente ganz besonders häufig vergesellschaftet zu sein scheinen.

[1]) Cf. *Kühne, W.*, Ueber lichtbeständige Farben der Netzhaut. Unters. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. I, 1878, S. 365 u. 366.

Krukenberg, Vgl.-physiol. Studien. II. Reihe, II. Abth., Taf. III, Spectr. 41 u. 56.

Mit irgendwelcher Sicherheit sind die Coriosulfurinlösungen von den entsprechenden Lösungen des Picofulvins äußerlich nicht zu unterscheiden. Auch das Picofulvin färbt sich im gereinigten Zustande mit concentrirter Schwefelsäure wie mit starker Salpetersäure blau. Bevor ich speciellere Mittheilungen über meine Befunde folgen lasse, halte ich es auch noch für geboten, darauf hinzuweisen, daß sich wenigstens in einigen der Federn neben dem Coriosulfurin möglichenfalls auch etwas Zoofulvin befunden hat; aber weder bei Behandlung der verseiften Auszüge mit Petroläther, noch bei der Untersuchung der alkoholischen Federabsude wurde davon spectroskopisch irgend etwas bemerkt. In den Auszügen der grünen resp. schwarzen Federn von Gecinus mentalis, G. viridis, Mulleripicus fulvus, Campophilus Malherbii und Picus major fehlte das Zoofulvin sicher, und auch in den übrigen gelb gefärbten Farbstofflösungen traten allein oder neben dem Picofulvinbande nur die Streifen des Coriosulfurins (spectroskopisch deutlich unterscheidbar von denen des Zoofulvins) auf.

Anfangs berücksichtigte ich bei meinen Untersuchungen nur die gelben Spechtfedern, später dehnte ich dieselben, im Hinblick auf die von *Meyer*[1]) angeregte Frage, ob nicht auch schwarz erscheinende Federn gelbes (resp. rothes) Pigment enthalten, „aber in so geringer Menge gegenüber dem Grundpigmente Fuscin, daß es optisch nicht zum Ausdruck kommt“, auch auf schwarze und rothe Federn einiger Piciden aus, bei welchen ein oder der andere gelbe Farbstoff in den gelben Federn aufgefunden war. Es ergab sich bei diesen Versuchen, daß gelbe Lipochrome in den tiefrothen Federn aller von mir untersuchten Spechtarten fehlten, daß die orangefarbigen auf der Brust von Dryocopus flavifrons, am Rücken von Tiga tridactyla neben einem rothen rhodo-

[1]) *Meyer*, *A. B.*, Ueber den Xanthochroïsmus der Papageien. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Jahrg. 1882, S. 518.

phanartigen Farbstoffe Coriosulfurin führten, und daß die bräunlichen Brustfedern von Campophilus Malherbii und Picus major, bei welchen Spechtarten rein gelbe Farbentöne nirgends am Gefieder sichtbar sind, Picofulvin, aber keine Spur von Coriosulfurin enthielten.

Reines Picofulvin fand sich außer in den dunkeln Federn von Camp. Malherbii und Picus major noch in den grünen Federn von Gecinus viridis und G. mentalis; vielleicht verunreinigt durch höchst minimale, spectroskopisch aber nicht sicher nachweisbare Mengen von Coriosulfurin in den bräunlichgelben Brust-, Bauch- und Schwanzfedern von Mulleripicus fulvus, gemischt mit spectroskopisch kaum erkennbaren Spuren desselben Pigmentes in den rostfarbigen Federn von Yungipicus Temminckii.

Picofulvin wie Coriosulfurin enthielten die grünlichen bis bräunlichgelben Federn von Chrysoptilus punctigula, Chloronerpes aurulentus und Chl. Kirkii.

Ausschließlich Coriosulfurin, keine Spur von Picofulvin fand sich in den gelben oft stellenweise braunen Federn von Dendropicus cardinalis, Campethera nubica, Tiga tridactyla, Dryocopus flavifrons, Colaptes auratus und C. olivaceus. Weder die rothen, noch die schwarz getüpfelten oder schwarz gebänderten grauen bis bräunlichen Federn von Colaptes rubricatus enthielten gelbes Pigment.

Diese Befunde bieten manches Interessante. Sie lehren vor allem, daß zwischen Grün-, Bunt- und Schwarzspechten keine so große Abweichungen in der Pigmentirung bestehen, wie es äußerlich den Anschein hat. Bei allen bislang untersuchten Vertretern dieser drei Gruppen begegnete man dem Picofulvin, und auch der rothe Farbstoff, welcher hier stets der nämliche zu sein scheint, findet sich in einer größern oder geringern Zahl von Federn immer und immer wieder. In Hinsicht auf die Verbrei-

tung des Picofulvins schließen sich allem Anscheine nach die Jyngiden den Schwarz-, Bunt- und Grünspechten unmittelbar an, und es würde gewiß sehr erwünscht sein, hierüber bald Näheres in Erfahrung zu bringen.

Aber selbst bei den Spechtarten, deren Gefieder des Picofulvins entbehrt, treten Besonderheiten in der Pigmentirung auf. Diese bestehen theils in der ungewöhnlichen Art der Ablagerung sowohl der rothen wie der gelben Farbstoffe, theils in dem Auftreten des Coriosulfurins in den Federn; denn während bei den meisten übrigen Vögeln die rothen und gelben Lipochrome vorwiegend in den Geweben des Federbartes deponirt sind, zeigen sich bei vielen Spechtarten (z. B. bei Colaptes auratus, C. rubricatus und Chrysoptilus punctigula) vorzugsweise die Federschäfte und diese bisweilen ausnehmend stark roth oder gelb gefärbt, und dazu die gelben Federn, wie wir sahen, durch einen Farbstoff (Coriosulfurin), welcher zwar in der Epidermis bei Raub-, Schwimm-, Sumpf-, Gangvögeln, Tauben etc. sehr allgemein verbreitet ist, aber in Federn nur ganz ausnahmsweise (z. B. bei Xanthomelus aureus und Paradisea papuana) gefunden wurde.

Die geographische Verbreitung der einzelnen Spechtarten kommt in der Pigmentirung nicht zum Ausdruck. Das Picofulvin findet sich bei mittel- (Campophilus Malherbii) und südamerikanischen (Chloronerpes Kirkii und Chl. aurulentus) Formen ebensogut als bei solchen, welche den Sundaarchipel (Gecinus mentalis, Mulleripicus fulvus, Yungipicus Temminckii) und das europäische Festland (Gecinus viridis, Picus major) bewohnen, und anderseits wurde das Picofulvin sowohl bei Spechten der neuen (Dryocopus flavifrons, Colaptes auratus und C. rubricatus), wie der alten (Tiga tridactyla etc.) Welt vermißt, bei welchen dasselbe durch Coriosulfurin gleichsam vertreten wird. Bei allen untersuchten afrikanischen Species (Cam-

pethera nubica, Dendropicus cardinalis, Colaptes olivaceus) fehlte den Federn das Picofulvin, aber auch in diesen fand sich Coriosulfurin.

Bei Untersuchung der alkoholischen Auskochung der rothen Kopffedern von Campophilus Malherbii fiel mir eine Verdunklung im Spectrum auf (Taf. IX, 18), welche derjenigen des Rhodophans außerordentlich ähnlich war. Ich unterwarf deshalb die intensiv orange gefärbte alkoholische Lösung einer Verseifung und behielt dabei nach dem Ausschütteln der mit Kochsalz gesättigten Seifenlösung mit Petroläther und Aether rothe unlösliche Flocken zurück, welche gleichfalls nicht in Alkohol, Chloroform, Benzol und Schwefelkohlenstoff, wohl aber in Essigäther und alkalisirtem Wasser zu lösen waren, durch Essigsäure purpurviolett und zugleich dadurch in Alkohol, Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff löslich wurden. In diesen Reactionen wie in seinem spectroskopischen Verhalten[1]) gleicht der Farbstoff dem in gleicher Weise von mir aus der Astropectenhaut und den Majaeiern dargestellten rothen Pigmente und somit auch zweifellos dem veritabeln Rhodophan. Der nämliche Körper resultirte auch bei der Verseifung der alkoholischen Absude der rothen Schwanz- und Flügelfedern von Colaptes rubricatus und der rothen Kopffedern von Chrysoptilus punctigula. Nach dem Spectrum zu urtheilen, welches die alkoholischen Auskochungen von rothen Federn anderer Piciden aufweisen, fehlt dieses rhodophanartige Lipochrom bei keiner einzigen Spechtart, und voraussichtlich wird sich dasselbe auch in den meisten rothen Vogelfedern in reinem Zustande oder mit einem andern Körper verbunden wiederfinden und hier bislang nur übersehen sein. Sein Vorkommen ließ sich z. B. in dem alkoholischen Auszuge der rothen Federn von Pyro-

[1]) Ich habe mich darauf beschränkt auf Taf. IX (19) nur die Spectren wiederzugeben, welche der Farbstoff gelöst in Schwefelkohlenstoff und Natronlauge aufweist.

trogon Duvaucelii[1]) (vor und nach der Verseifung) leicht constatiren, und ich behalte mir vor, seiner Verbreitung in der Wirbelthierreihe noch näher nachzuforschen. Schon jetzt sei die Bemerkung gestattet, daß das Zoonerythrin vielleicht nichts anderes als eine Rhodophanverbindung ist, wofür ich bald weitere Beweise liefern werde.

Tabellarische Uebersicht der Verbreitung der Lipochrome in den Federn der Piciden.

(+ bedeutet gefunden und 0 fehlend. Die sich auf Untersuchungen an den verseiften alkoholischen Auszügen beziehenden Rhodophannachweise sind durch ein Ausrufungszeichen besonders angemerkt.)

	Picofulvin		Coriosulfurin	Rhodophan
Campophilus Malherbii	+		0	+ (!)
Picus major	+		0	+
Callolophus mentalis	+		0	+
Gecinus viridis	+		0	+
Mulleripicus fulvus	+		Spuren?	+
Yungipicus Temminckii	+		Spuren	Spuren
Chrysoptilus punctigula	+	>	+	+ (!)
Chloronerpes aurulentus	+	>	+	+
Chloronerpes Kirkii	+	<	+	+
Dendropicus cardinalis	0		+	+
Campethera nubica	0		+	+
Tiga tridactyla	0		+	Spuren
Dryocopus flavifrons	0		+	+
Colaptes auratus	0		+	+
Colaptes olivaceus	0		+	+
Colaptes rubricatus	0		0	+ (!)
Melanerpes formicivorus	0		0	+

[1]) Diese Species, mir ebenfalls als ein Geschenk von Herrn Hofrath *Meyer* zugegangen, ist besonders deshalb bemerkenswerth, weil sich bei ihr einige braune Federn finden, deren Farbstoff sich gegen Lösungsmittel, concentrirte Schwefelsäure und Kupfersulfat wie Zoorubin verhält.

Das Dotterpigment in den Papageieneiern.

Den Bemühungen von Herrn Hofrath *Meyer* war es gelungen, mir zwei frisch gelegte Papageieneier — das Eine derselben stammte von Psittacus carolinensis, das andere von Eclectus polychlorus — zu verschaffen. Den Dotterfarbstoff der Papageieneier aus eigener Anschauung kennen zu lernen, war deshalb mein ganz besonderer Wunsch gewesen, weil die untersuchten Farbstoffextracte der gelben Papageienfedern mit alleiniger Ausnahme derjenigen von Aprosmictus melanurus kein Bandenspectrum aufwiesen.

Der Eidotter vom Carolinasittich war auffallend schwach tingirt, und im Ei von Eclectus polychlorus zeigte sich mit Ausnahme eines stecknadelkopfgroßen Bezirkes in der Umgebung der Keimanlage alles farblos. Die Untersuchung mußte sich somit auf den Dotter des ersteren Eies beschränken.

Alkohol entzog dem Dotter den grünlich-gelben Farbstoff schon in der Kälte; auf Taf. IX (20) ist das Spectrum des Auszuges dargestellt. Weder die alkoholische Lösung noch die Auflösung des Dotterpigmentes in Chloroform oder Schwefelkohlenstoff (vgl. Spectr. 21 u. 22 auf Taf. IX) ließ den in den entsprechenden Lösungen des Hühnereidotters häufig zu beobachtenden Streifen bei *G* wahrnehmen, und hierin findet es vielleicht auch seine Erklärung, daß die Absorption am zweiten Bande[1]) schwächer als an dem ersten Streifen war, daß sich die Auszüge des Papageiendotters in diesem Puncte nicht wie das Ontochrin des Hühnereies[2]), sondern wie das Lipochrin verhielten. Sowohl Petroläther wie Aether[3]) nahmen aus dem verseiften Dotter die gesammte

[1]) Vom rothen Ende des Spectrums aus gerechnet.

[2]) Vgl. *Kühne, W.,* Ueb. lichtbeständ. Farben der Netzh., l. c., S. 366.

[3]) Der ätherische Verdampfungsrückstand färbte sich mit concentrirter Schwefelsäure wie mit starker Salpetersäure blau; bei Anwendung letzterer Säure verschwand auch in diesem Falle die Färbung sehr rasch.

Farbstoffmasse auf; spectroskopisch unterschieden sich diese Lösungen von den direct bereiteten Dotterfarbstoffauszügen jedoch nicht. Sämmtliche Lösungen glichen in der Farbe den entsprechenden des Ontochrins aus dem Hühnereidotter, und auch ihr spectroskopisches Verhalten wird man mit dem des Ontochrins für übereinstimmend erachten müssen, wenn man berücksichtigt, daß die Spectren 20—22 auf Taf. IX Lösungen von verhältnißmäßig starker Concentration entsprechen, und sich der auf S. 130 gemachten Darlegungen in Betreff des fraglichen Ontochrinstreifens bei *G* erinnert. Unsere früher explicirte Ansicht, das Psittacofulvin sei ein Derivat des Coriosulfurins, welches seinerseits dem Ontochrin wie dem Lipochrin außerordentlich ähnlich, wenn nicht gar mit diesen identisch ist, gewinnt nicht nur durch den Nachweis des Ontochrins im Eidotter vom Carolinasittich, sondern auch durch die Ausblicke, welche das Zoonerythrin für das Psittacofulvin eröffnet, — daß sich nämlich der Farbstoffkörper durch Verseifen zerlegen läßt und dabei eine Grundsubstanz mit besser charakterisirten Absorptionsverhältnissen liefert, — sehr an Wahrscheinlichkeit.

Die Pigmente der Fischhaut.

Zweite Mittheilung.

(Hierzu Taf. IX, Spectr. 1—9.)

Nach den Erfahrungen, welche ich bislang darüber sammeln konnte, bieten die gelben Hautfarbstoffe der Fische viel weniger Eigenthümlichkeiten dar als z. B. die der Spongien und der Vögel. Ich habe während meines letzten Triester Aufenthaltes eine größere Anzahl verschiedener Fischarten auf ihre gelben Hautfarbstoffe untersucht, nirgends bin ich dabei aber so ausgesprochenen spectroskopischen Farbstoffdifferenzen begegnet wie beim Picofulvin und Papillinofulvin im Gegensatze zu den übrigen gelben Lipochromen gleichen Vorkommens.

Auf Taf. IX habe ich in 1—3 die Spectren des gelben Hautfarbstoffes von Belone rostrata (gelöst in Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff), in 4—7 die des gelben Lipochroms aus der Haut von Scorpaena scrofa (gelöst in Alkohol, Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff), in 8 und 9 die Spectren des gelben Pigmentes aus der Haut von Solea vulgaris wiederzugeben versucht. Diese Befunde bieten uns nichts Neues, denn es zeigt sich, daß das spectroskopische Verhalten des Belone- und Solea-Pigmentes das schon von Muraena Helena bekannt gewordene[1]) ist, und daß das gelbe Lipochrom in der Haut von Scorpaena scrofa demjenigen von Barbus fluviatilis[2]) voll-

[1]) Vgl. diese Studien II. Reihe, II. Abth., S. 57 und Tafel III, 55 und 56.

[2]) Vgl. ebenda, S. 57 und Tafel III, 52—54.

kommen entspricht. Vorläufig eröffnen diese Thatsachen keine Ausblicke von irgendwelcher wissenschaftlichen Bedeutung.

Indem ich mir die Beschreibung der rothen Fettfarbstoffe der Fische — von welchen viele (z. B. das rothe Lipochrom in der Haut von Mullus barbatus), trotzdem ihre alkoholischen Lösungen vor der Verseifung kein deutliches Spectralband aufweisen, sich nach dem Verseifen gegen Lösungsmittel und auch spectroskopisch ähnlich dem Rhodophan verhalten, — für eine allgemeine Darstellung der rothen Lipochrome der Wirbelthiere aufspare, möchte ich an dieser Stelle nur auf einen sehr eigenthümlichen Farbstoff etwas näher eingehen, von welchem zwar oft berichtet, den aber, wie es scheint, zu extrahiren und chemisch zu erforschen noch Niemand versucht hat. Ich meine

Das grüne Pigment in den Knochen, Gräten und Schuppen von Belone rostrata.

Ganz besonders überraschte die grüne Farbe der Belone-Knochen, welche nach dem Auskochen mit Wasser in Folge der Coagulation der Eiweißkörper und dem dadurch bedingten Opakwerden der Gewebe noch deutlicher hervorsticht als am lebenden Thiere oder am frischen Cadaver. Weniger Aufmerksamkeit schenkte man der grünen Farbe der Schuppen; denn daß an diesen grüne Farbentöne auftreten, ist eine weit häufigere Erscheinung, und bei vielen Crenilabriden z. B. zeigt sich dieselbe noch ungleich intensiver als bei Belone. Aber auch die Grünfärbung der Knochen ist, wie man jetzt weiß, keine Eigenthümlichkeit von Belone, denn der nämlichen Erscheinung begegnet man bei Lepidosiren[1]), und grüne Gräten finden sich auch bei manchen Species von Cheilinus.

Pouchet[2]) ging auf die Verbreitung grüner Färbungen bei

[1]) Vgl. *Leydig, F.*, Lehrbuch der Histologie. 1857, S. 35.

[2]) *Pouchet, G.*, Des changements de coloration sous l'influence des nerfs. Journ. de l'anat. et de la physiol. T. XII, 1876, p. 38—40.

den Fischen etwas näher ein. Er bemerkte, daß dieselben nicht auf einzelne Gewebe und Organe im Vorkommen beschränkt sind, sondern an den verschiedenartigsten Körpertheilen auftreten, und bezeichnet sie deshalb als „teintures généralisées". Bei Cottus scorpio, wo die Grünfärbung an einigen inneren Organen, an den Muskeln und besonders am Magen und in der Mundhöhle stark hervortritt, aber individuellen Schwankungen unterworfen sein soll, versuchte er, dieselbe mit dem Leben der Fische an felsigen, von Algen dicht bedeckten Küsten in Zusammenhang zu bringen, und scheint somit zu glauben, daß die Grünfärbung der Fische auf einem Algenfarbstoffe beruht.

Gleichzeitig schilderte *Pouchet* die abweichende Färbung der einzelnen Knochen bei Belone. Er fand, was auch ich als Regel anerkennen muß, daß die der Rückenseite am nächsten liegenden Knochen die grünsten, daß die Knochen der Schädelkapsel und des Oberkiefergaumenapparates lebhaft grün, das Dentale superius und der Unterkiefer dagegen kaum gefärbt und die knöcherne Sclerotica wie das Operculum ungefärbt sind. Tief grün erschienen ihm an den Wirbeln die Bögen und die oberen Dornfortsätze; an den oberen Theilen der Wirbelkörper war die Färbung schon schwächer und verminderte sich noch mehr nach den unteren Dornfortsätzen zu, welche ganz ungefärbt waren. Abgesehen von der lange und allgemein bekannten Thatsache, daß die grüne Farbe sehr wenig wärmeempfindlich ist, enthält *Pouchet's* Abhandlung nur die eine physiologisch-chemische Beobachtung, daß die Belone-Knochen nach einem 2—3jährigen Liegen in Glycerin nichts an Farbe verloren hatten, sondern sogar noch grüner geworden zu sein schienen.

Diejenigen Schriftsteller, welche der grünen Belonefärbung gedachten, sind mit einer Erklärung allgemein sehr vorsichtig gewesen, und nur von Mund zu Mund pflanzen sich die Sagen fort, daß die Färbung auf einem Kupfergehalte, auf einem grünen

Fettfarbstoffe beruhe, oder daß sie eine sog. optische Farbe sei, der kein isolirbarer Farbstoffkörper zu Grunde liege. Diese von mir wiederholt gehörten Muthmaßungen sind sämmtlich unrichtig; denn aus den veraschten grünen Knochen nimmt Salzsäure kein Kupfer auf, beim Behandeln der Knochen, Gräten oder Schuppen mit Flüssigkeiten, welche Lösungsmittel für die Lipochrome sind, verschwindet die Grünfärbung aus den Geweben nicht — nur ein gelbes Lipochrom, dessen spectroskopisches Verhalten aus den Abbildungen 1—3 auf Taf. IX ersichtlich ist, wird diesen dadurch entzogen —, und weder beim Eintrocknen und Schrumpfen (im Alkohol) noch beim Quellen (in alkalischen Flüssigkeiten oder in siedendem Wasser) der Gewebe, weder bei auffallendem noch bei durchfallendem Lichte mit freiem Auge oder bei stärksten Vergrößerungen betrachtet, verschwindet oder ändert sich die Farbe. Keine einzige Beobachtung weist ferner darauf hin, daß die Grünfärbung in einer besonderen Structur der Gewebe begründet liegt oder durch einen gelben Farbstoff hervorgerufen wird, welcher auf einer schwarzen Unterlage sich befindet, sondern alle Befunde sprechen auf's Entschiedenste gegen diese Auffassungen und für die Gegenwart eines grünen Pigmentes; es handelt sich nur noch darum, dieses aus den Geweben zu extrahiren.

Als ich nach tagelanger Extraction der getrockneten oder durch Alkohol entwässerten grünen Knochen, Schuppen und Gräten von Belone mit Aether, Chloroform, Benzol, Amylalkohol, Schwefelkohlenstoff, Terpentin- oder Mandelöl keinen Erfolg eintreten sah, und auch Essigäther ebensowenig wie siedendes Paraffin das Pigment den Geweben entzog, erinnerte ich mich einer Mittheilung von *Francis*[1]), welche ein stickstoffhaltiges blaugrünes Pigment betrifft, das sich an einigen Körperstellen bei Odax Richardsonii in den Schuppen findet und durch Wärme Licht, Chlor,

[1]) *Francis, G.*, Spectrum of Fish-pigment. Nature. Vol. XIII, 30. Dec. 1875, p. 167.

Essigsäure, Alkalien wie Alkohol zerstört, durch Schwefelsäure in unverändertem Zustande gefällt werden, in Salz- wie Süßwasser sich aber mit blaugrüner Farbe lösen soll.

Aber weder von kaltem noch von siedendem Wasser oder Kochsalzlösungen wurde der grüne Farbstoff aus den Geweben der Belone aufgenommen; diese ließen sich durch Essigsäure, ja selbst durch starke Salzsäure entkalken, mit etwa 5%iger Natronlauge viele Minuten lang kochen ohne an Färbung Nennenswerthes einzubüßen, und eine Extraction der entkalkten oder durch Kochen mit Natronlauge gelockerten Gewebe mit Alkohol, Aether, Chloroform, Mandelöl oder mit siedendem Paraffin führte auch zu keinem Resultate. Nur ein Mittel war noch unversucht gelassen, welches nothwendig einen Aufschluß über die Natur des Farbstoffes ertheilen mußte: die Verdauung der zuvor entkalkten und durch Alkohol und Aether entfetteten Knochen. Diese ließ sich durch Pepsinglycerin[1]) an den, in 0,2%iger Salzsäure suspendirt gehaltenen Knochenstückchen leicht bewerkstelligen, und als die Verdauung beendet war, hatte das anfangs vollständig farblose Verdauungsgemisch eine gelbgrüne Farbe angenommen; der grüne Farbstoffkörper war nicht als unlöslich zurückgeblieben, sondern hatte sich ebenso wie die Materien, an welchen er so fest gehaftet hatte, in der Flüssigkeit gelöst. Diese Farbstofflösung zeigte sich aber sehr wenig beständig und optisch sehr wenig charakteristisch. Schon beim Concentriren der Flüssigkeit auf dem Wasserbade veränderte sich das Pigment, indem es sich mit den Peptonen zu einer unansehnlich dunkelgelben Masse verband. Durch Alkalien erfuhr die Farbstofflösung einen sehr ähnlichen Farbenumschlag. Bei gutem Sonnenlichte untersucht, folgte

[1]) Ich bediente mich bei diesen wie bei allen ähnlichen Versuchen des Pepsinglycerins, weil sich damit am leichtesten ungefärbte und doch sehr wirksame Verdauungsflüssigkeiten anfertigen lassen; gleich wirksame Trypsinflüssigkeiten sind weit schwieriger farblos zu erhalten.

der zunehmenden Schichtendicke nur eine ganz gleichmäßige, vom violetten Ende aus fortschreitende Verdunkelung des Spectrums; von einem Absorptionsbande (wie solches *Francis* bei dem Odaxfarbstoffe zwischen *B* und *C* liegen sah) machte sich nichts bemerkbar.

Aus dem Mitgetheilten geht mit Evidenz nur soviel hervor, daß der grüne Farbstoff von Belone kein Lipochrom ist, und in seinem enormen Adhäsionsvermögen, welches sich an den allerverschiedenartigsten thierischen Geweben offenbart, wohl von keinem einzigen bekannt gewordenen Pigmente thierischer Herkunft erreicht wird.

Die Entscheidung der Frage, ob die blaue Farbe, welche bei einigen Mittelmeerfischen aus der Familie der Labriden (besonders an der Genitalpapille) sehr intensiv entwickelt ist, auf einem in Wasser löslichen, mit dem blaugrünen Odaxfarbstoffe vielleicht identischen Pigmente beruht, muß späteren Untersuchern überlassen bleiben; ich constatirte nur, daß die Färbung der Gewebe in Alkohol abnimmt, der Alkohol dabei aber ungefärbt bleibt.

Erklärung der Spectralzeichnungen[1]).

Tafel I.

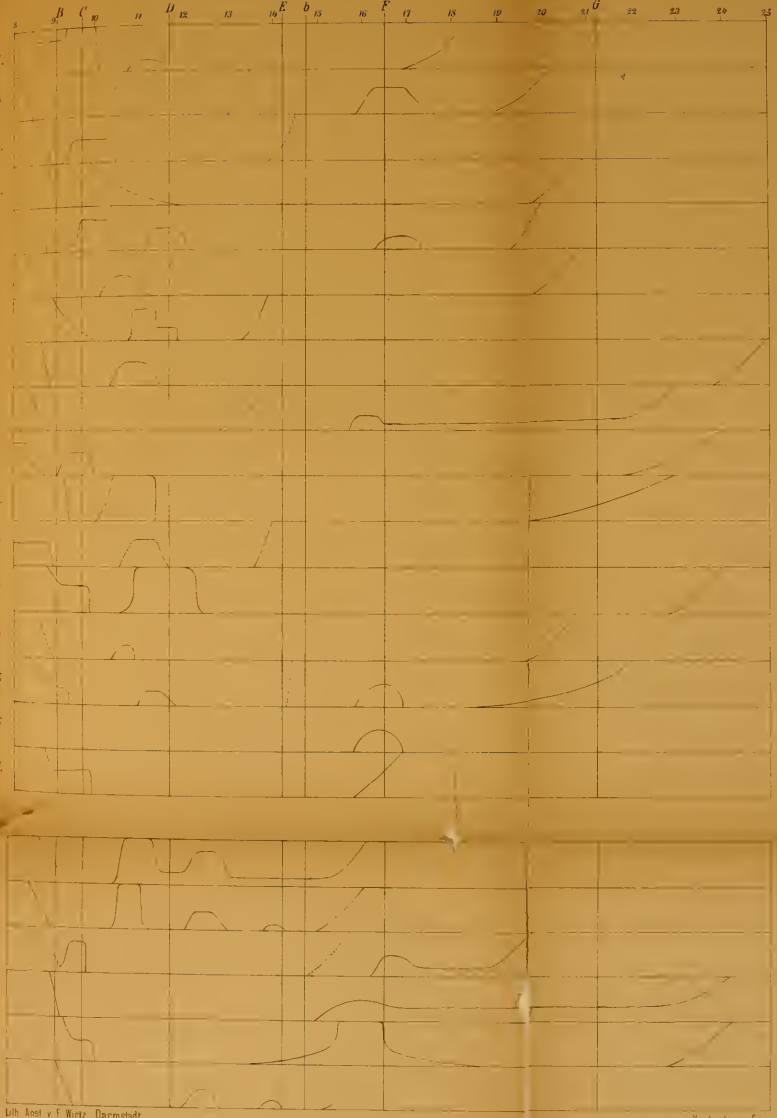
Spectren der farbigen Zersetzungsproducte des Chlorochromins.

1. Blaugrüner wässriger Auszug der Siphonostoma-Ovarien.
2. Gelber, grün fluorescirender alkoholischer Auszug der Siphonostoma-Ovarien. Uranochrominlösung.
3. Grasgrün gefärbter alkoholischer Auszug der zuvor mit Wasser ausgelaugten Ovarien.
4. Blaugrün gefärbte wässrige Auskochung der Ovarien.
5. Grasgrün gefärbtes alkoholisches Absud der Ovarien.
6. Wässriger Auszug der Ovarien mit Essigsäure versetzt. Cyanochrominlösung.
7. Auszug 3 mit Essigsäure angesäuert. Rothbraune Flüssigkeit mit violetter Fluorescenz.
8. Der auf Zusatz von Kalilauge in dem wässrigen Extracte 1 entstandene dunkelblaue Niederschlag gelöst in Alkohol. = Lösung 6.
9. Auszug 2 nach Essigsäurezusatz. Rothbraune Flüssigkeit.
10. Lösung 8 nach längerer Aufbewahrung.
11. Kalt bereiteter wässriger Auszug der Ovarien nach Schwefelsäurezusatz. I Stadium der Säureeinwirkung. Identisch mit Cyanochromin.
12. Auszug 2 nach Zusatz von concentrirter Schwefelsäure. Kirschrothe Flüssigkeit.
13. Alkoholische Cyanochrominlösung mit concentrirter Schwefelsäure versetzt. I Stadium. Violette Flüssigkeit.
14. Auszug 1 nach Zusatz von rauchender Salpetersäure.
15. Während der Nacht eingetrocknete Ovarien mit Alkohol extrahirt und dieser Auszug mit Essigsäure versetzt.
16. Gelbes, grün fluorescirendes Glycerinextract der Ovarien. Uranochrominlösung.
17. Gelb gefärbtes Chloroformextract der Ovarien.

Spectren der Pigmente anderer Organe von Siphonostoma diplochaïtos und Spirographis Spallanzanii.

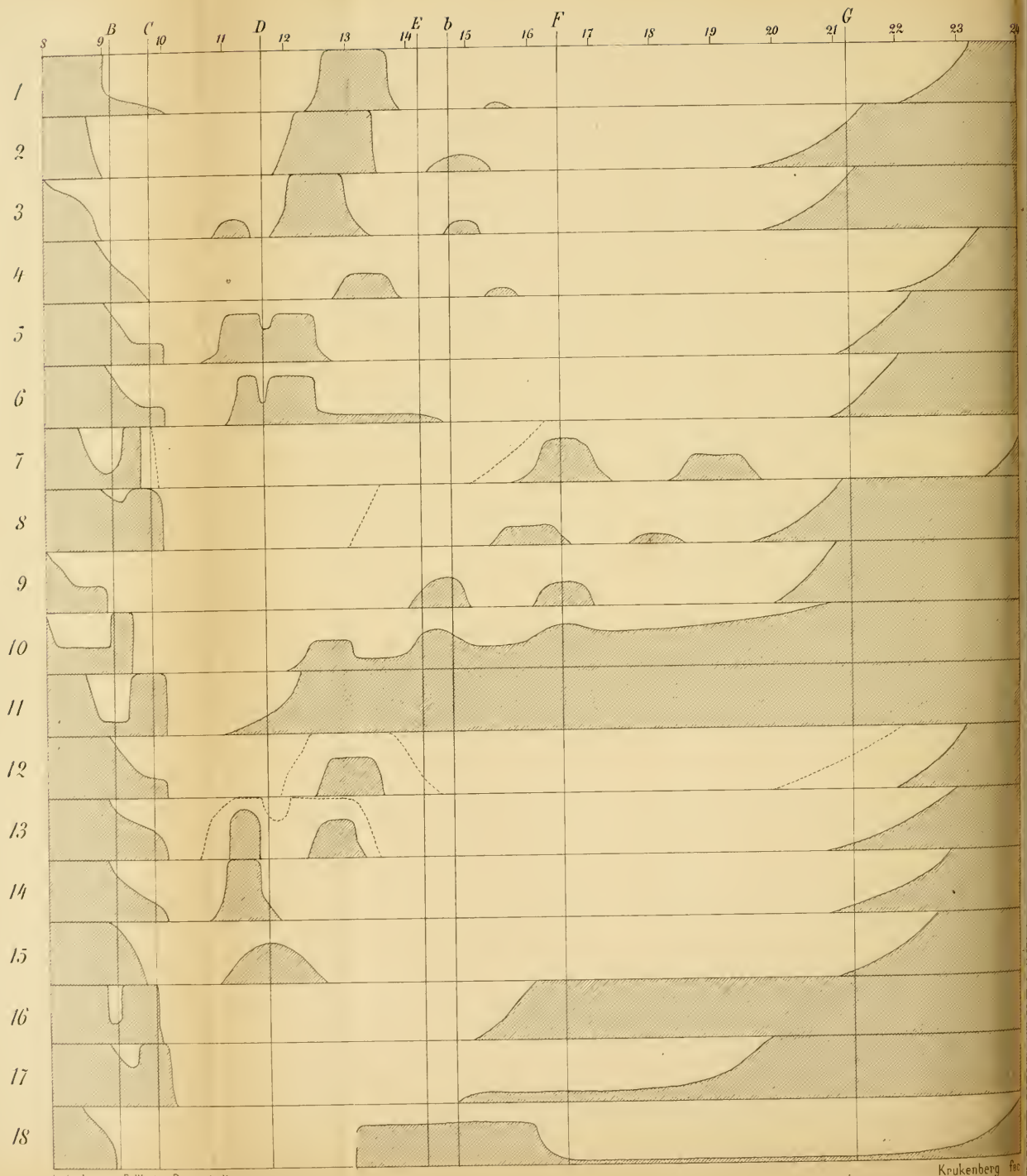
18. Chlorocruorinhaltige Hämolymphe von Spirographis.
19. Inhalt der sog. grünen Drüse von Siphonostoma.
20. Darmsaft von Spirographis.
21. Rothes Pigment der Darmwandung von Siphonostoma in Alkohol gelöst.
22. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst.
23. Darmsaft von Siphonostoma.

[1]) Die punctirten Linien auf den Zeichnungen entsprechen, falls bei der Erläuterung der einzelnen Spectren nichts anderes darüber bemerkt ist, den Absorptionsgrenzen concentrirterer Lösungen. Wo sich in den Rahmen die einzelnen Absorptionscurven von den *Fraunhofer*'schen Linien deutlich als solche abhoben, blieben sie unschraffirt. Die den Absorptionen entsprechenden Curven wurden nur da bis zum Endpuncte der Ordinatenachse hinaufgeführt, wo dieselben (ähnlich wie z. B. das Band des Bonelleïns hinter C oder wie der Streifen vor C in den Lösungen der Hepatochromate) den Eindruck des tiefsten Schwarz hervorrufen.



Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt Krukenberg fec.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung Heidelberg



Luth Anst. v F Wirtz, Darmstadt.

Krukenberg fec

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

Tafel II.

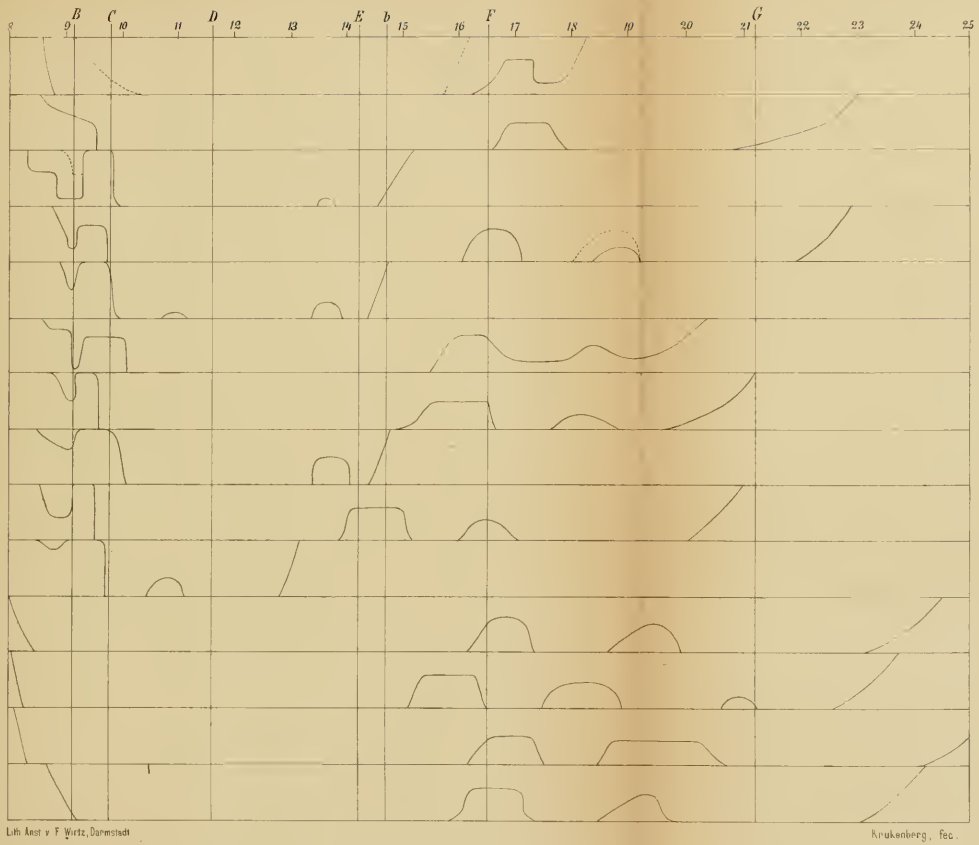
Spectren der Floridine.

1. Wässrige Lösung des Bugulapurpurs.
2. Glycerinlösung des Bugulapurpurs.
3. Bugulapurpur aus der Glycerinlösung durch Alkohol gefällt und in Suspension untersucht.
4. Niederschlag 3 in Wasser gelöst.
5. Wässriger Auszug von Bugula neritina nach Ammoniakzusatz.
6. Id. nach Salzsäurezusatz.
7. Alkoholischer Bugulaauszug.
8. Chloroformiger Bugulaauszug.
9. und 10. Auszug der Bugula mit Schwefelkohlenstoff. Verschiedene Concentrationsgrade der Lösung.
11. Alkoholischer Auszug einer rothen Kalkbryozoë der Adria (Lepralia?).
12. Wässriger Auszug von Hircinia variabilis.
13. und 14. Id. nach Zusatz von Ammoniak. I. und II. Stadium der Einwirkung.
15. Id. mit Salzsäure angesäuert.
16. Alkoholischer Auszug von Hircinia variabilis.
17. Verdampfungsrückstand von 16 gelöst in Schwefelkohlenstoff.
18. Wässriger Auszug von Reniera purpurea.

Tafel III.

Spectren der Uranidine.

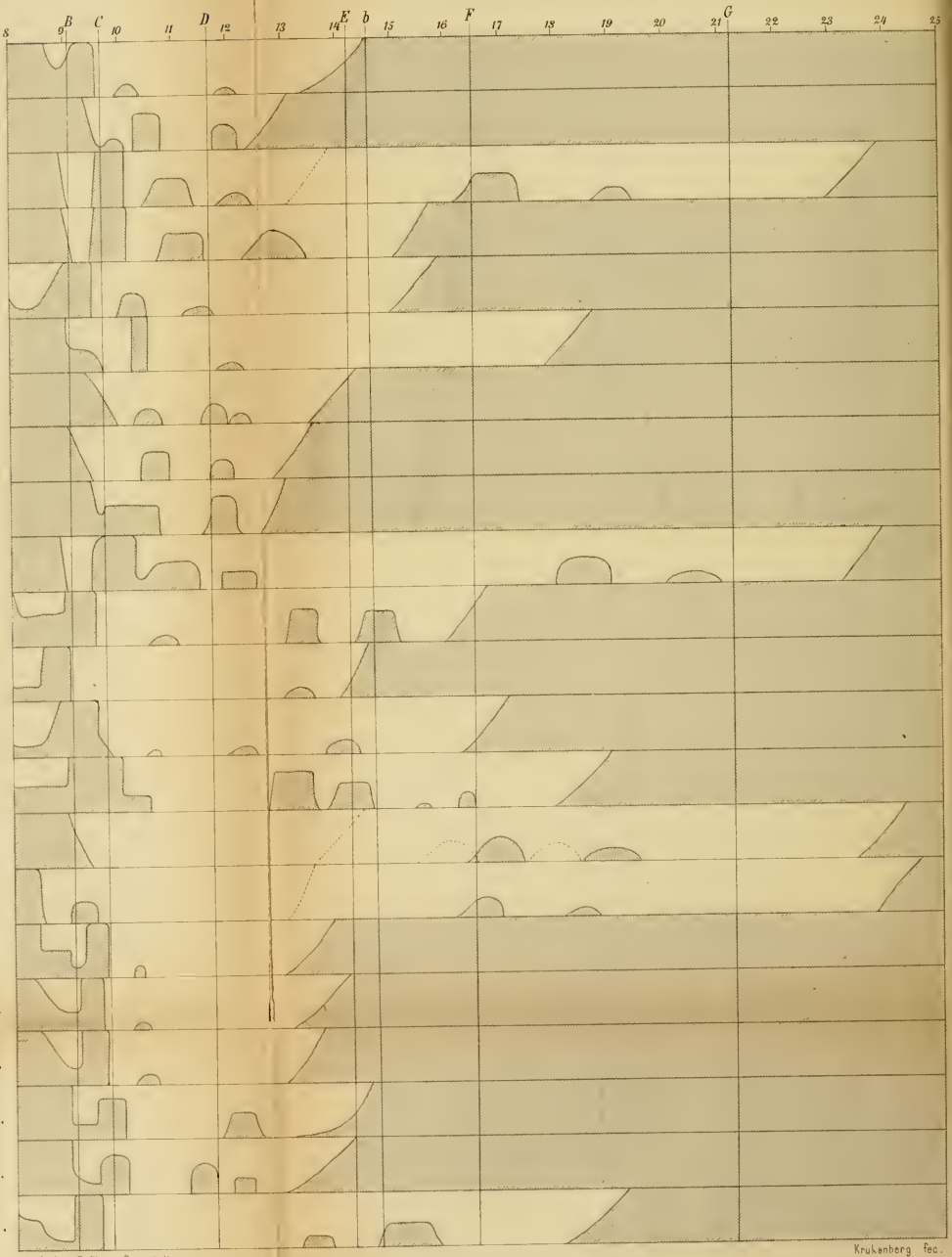
1. Alkoholischer Auszug der Haut von Holothuria Poli. Uranidinlösung.
2. Alkoholische Lösung des rhodophanähnlichen Farbstoffes aus den Gefäßen derselben Holothurie.
3. Alkoholischer Auszug von Aplysina aërophoba.
4. und 5. Aetherischer Auszug derselben Spongie. Verschiedene Concentrationsgrade der Lösung.
6. Verdampfungsrest von 3 gelöst in Aether.
7. und 8. Verdampfungsrückstand von 4 in Terpentinöl gelöst. Bei geringerer und stärkerer Schichtendicke.
9. und 10. Verdampfungsrest von 3 gelöst in Schwefelkohlenstoff.
11. Lösung 3 verseift. Aetherischer Auszug der Seife.
12. Id. in Chloroform gelöst.
13. Lösung 4 verseift. Petrolätherauszug der Seife.
14. Id. in Aether gelöst.



Lith Anst v F Wirtz, Darmstadt

Kreukenberg, fec.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

Krukenberg fec.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

Tafel IV.

Spectren der Farbstoffe von Anthea viridis var. plumosa.

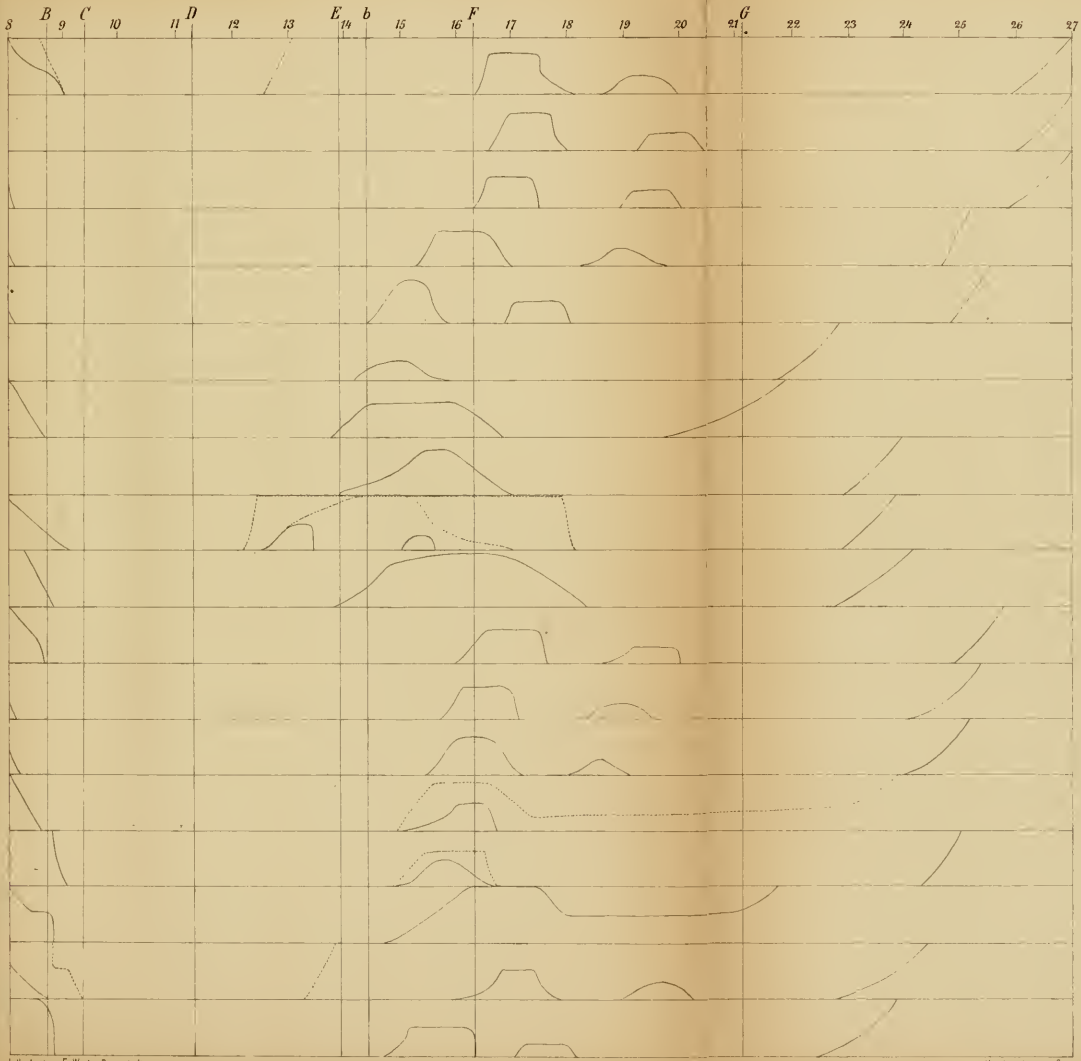
1. Braungelb gefärbter, erster alkoholischer Auszug[1]) von unverletzten Antheen.
2. Erster alkoholischer Tentakelauszug (von unrein grüner Farbe).
3. Zweiter alkoholischer Auszug derselben Tentakeln (reiner grün).
4. Dritter alkoholischer Auszug derselben Tentakeln (grün, roth fluorescirend).
5. Vierter alkoholischer Auszug derselben Tentakeln. Farbe wie 4.
6. Aetherischer Auszug der zuvor mehrfach mit Alkohol extrahirten Tentakeln.
7. Verdampfungsrückstand von 1 in Chloroform gelöst.
8. Zweiter alkoholischer Auszug ganzer Antheen.
9. Alkoholischer Verdampfungsrückstand von 2 gelöst in Chloroform.
10. Alkoholischer Verdampfungsrückstand von 3 gelöst in Chloroform.
11. Auszug 5 abgedampft und in Schwefelkohlenstoff gelöst.
12. Auszug 5 mit Essigsäure angesäuert.
13. Auszug 5 durch Kalilauge alkalisirt.
14. Auszug 5 mit concentrirter Schwefelsäure versetzt.
15. Antheakörper nach Abtrennung der Tentakeln mit Alkohol extrahirt. Die punctirten Curven zeigen die Verschiebungen an, welche die Bänder beim Lösen des alkoholischen Verdampfungsrestes in Chloroform erfahren.
16. Zweiter alkoholischer Auszug derselben tentakelfreien Antheenkörper.
17. Dritter alkoholischer Auszug derselben.
18. Id. nach Essigsäurezusatz.
19. Id. nach Kalilaugezusatz.
20. und 21. Id. nach Zusatz von concentrirter Schwefelsäure. I. und II. Stadium der Säureeinwirkung.
22. Rückstand von Auszug 3 nach der Verseifung in Aether gelöst. Grüne Lösung mit rother Fluorescenz.

[1]) Die einzelnen Extractionen währten jedesmal 12—18 Stunden.

Tafel V.

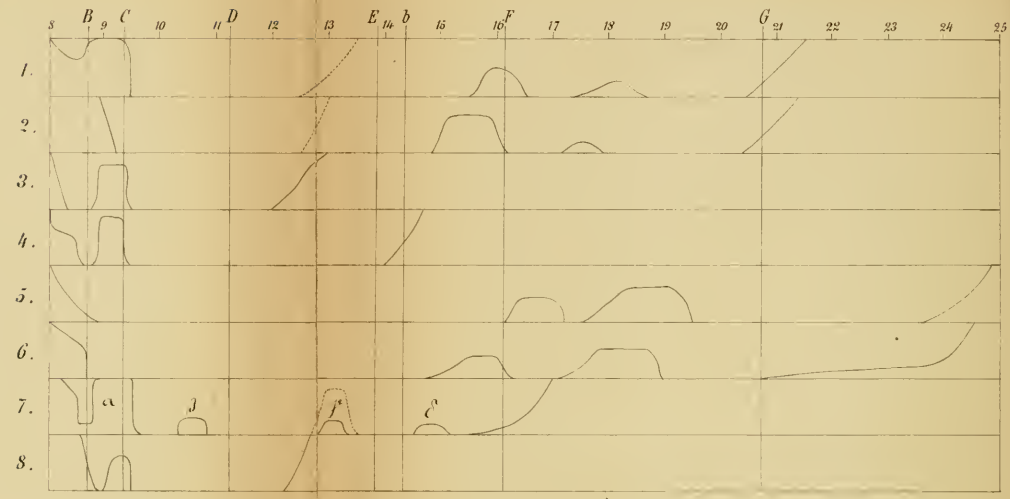
Spectren der Lipochrome verschiedener Wirbellosen.

1. Alkoholische Lösung des orangenen Pigmentes aus dem Hautpanzer von Astropecten aurantiacus (Orangin).
2. Id. nach der Verseifung in Petroläther gelöst.
3. Verdampfungsrückstand von 2 in Alkohol gelöst.
4. Id. in Chloroform gelöst.
5. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst.
6. Alkoholischer Auszug der rothen Kiemen von Protula intestinum.
7. Verdampfungsrückstand des alkoholischen Auszuges einer rothen Bo-tryllus-Species gelöst in Schwefelkohlenstoff.
8. Alkoholischer Auszug von Cynthia mikrocosmus.
9. Verdampfungsrest von 8 gelöst in Schwefelkohlenstoff.
10. Verdampfungsrückstand des alkoholischen Auszuges der rothen Ovarien von Maja squinado gelöst in Schwefelkohlenstoff.
11. Alkoholischer Auszug der Ovarien von Maja squinado verseift. Petrol-ätherauszug der Seife.
12. Verdampfungsrückstand von Lösung 11 gelöst in Alkohol.
13. Id. gelöst in Chloroform.
14. Der verseifte Rückstand des alkoholischen Auszuges der Maja-Ovarien, nach vollständigem Auslaugen mit Petroläther, mit Aether ausgeschüttelt.
15. Verdampfungsrest von Lösung 14 in Chloroform gelöst.
16. Alkoholischer Auszug des äußeren Skeletts von Virbius viridis.
17. Verdampfungsrückstand von 16 gelöst in Aether.
18. Id. gelöst in Schwefelkohlenstoff.

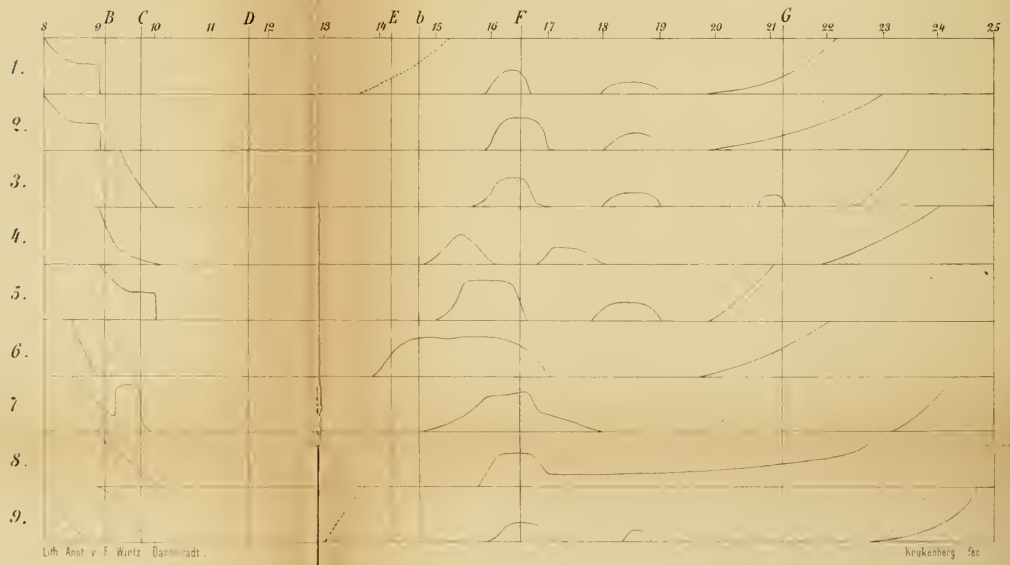


Lith Anst v F. Wirtz, Darmstadt. Kruckenberg fec

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung Heidelberg.



Taf. VI[b].



Lith Anst v F. Wirtz Darmstadt. Keukenberg fec

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg

Tafel VI a und Tafel VI b.

Spectren der Lipochrome verschiedener Wirbellosen.

Tafel VI a.

1. Alkoholischer Auszug des gelben Darmes von Sphaerechinus granularis.
2. Verdampfungsrückstand von 1 gelöst in Chloroform.
3. Alkoholisches Leberextract von Asteracanthion glacialis.
4. Id. von Astropecten aurantiacus.
5. Alkoholischer Auszug des Verdampfungsrückstandes von 4 nach seiner Verseifung.
6. Verdampfungsrückstand von Lösung 5 mit Chloroform aufgenommen.
7. Alkoholischer Auszug der Leber von Haliotis tuberculata. Die punctirte Curve zeigt das Anwachsen des Absorptionsbandes zwischen *D* und *E* bei zunehmender Concentration der Lösung.
8. Alkoholischer Auszug der Leber von Fissurella costaria.

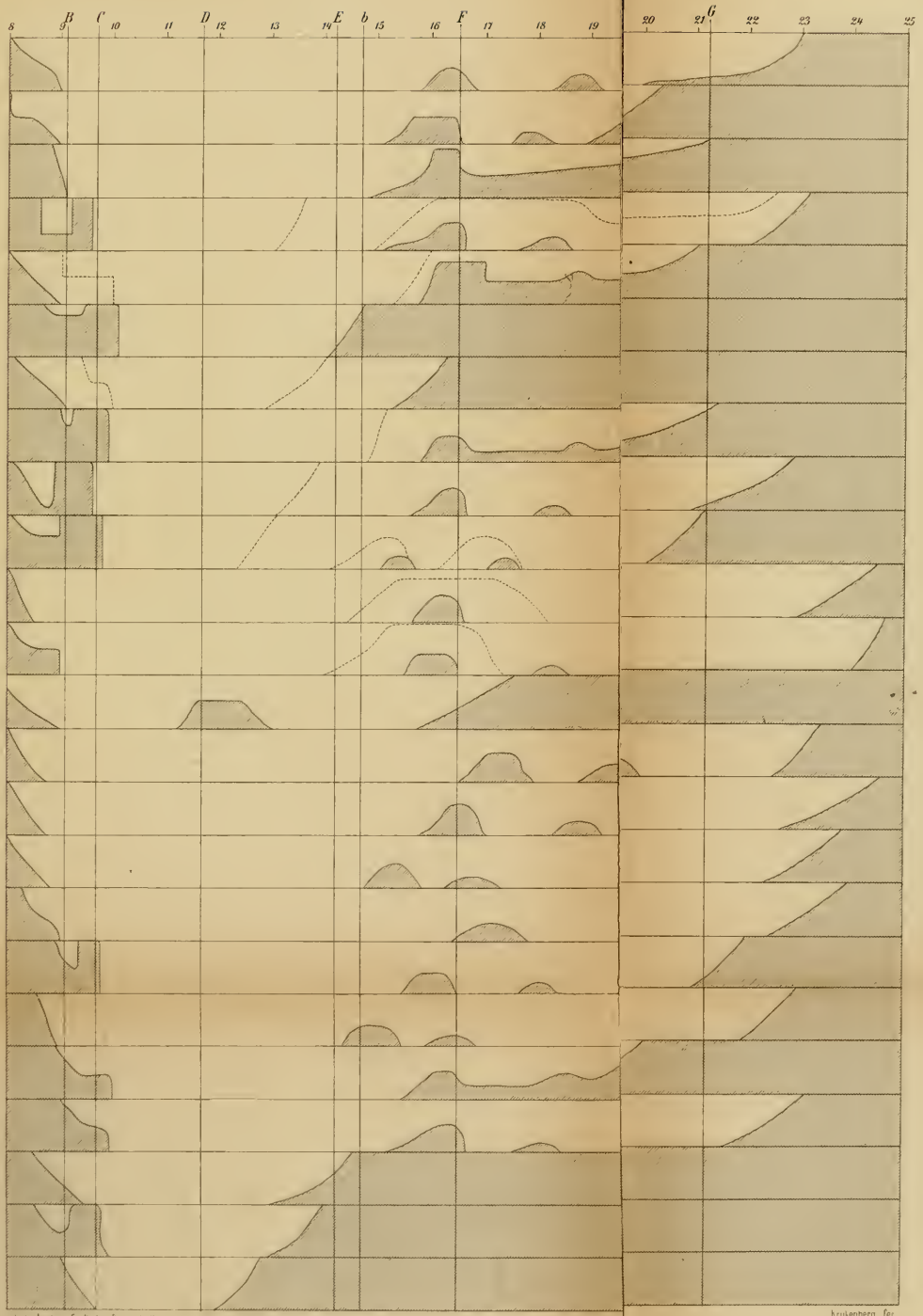
Tafel VI b.

1. Alkoholischer Auszug von Botryllus (violaceus?).
2. Alkoholischer Auszug einer schwarzen Didemnum-Species aus dem Golfe von Triest.
3. Verdampfungsrückstand von 2 gelöst in Chloroform.
4. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst.
5. Chloroformauszug einer orangenen Didemnum-Species aus der Adria um Triest.
6. Schwefelkohlenstofflösung desselben Farbstoffes.
7. Alkoholische Lösung des dunkelrothen Farbstoffes aus dem Mantel von Cynthia glomerata.
8. Alkoholischer Auszug des orangerothen Ovars von Pecten Jacobaeus.
9. Alkoholischer Kiemenauszug derselben Muschel.

Tafel VII.

Spectren von Spongienauszügen.

1. Gelber Farbstoff aus Hircinia spinosula in Alkohol.
2. Id. in Chloroform. Gelbbraune Lösung.
3. Bräunlich gelber alkoholischer Auszug von Tedania Muggiana.
4. Verdampfungsrückstand von 3 in Chloroform gelöst. Rothbraun Flüssigkeit.
5. Tief gelb gefärbter alkoholischer Auszug orangerother Exemplare vo Reniera aquaeductus.
6. Verdampfungsrückstand von 5 in Chloroform gelöst. Gelbbraune Lösun
7. Alkoholischer Auszug einer orangerothen Suberites (domuncula - Kruste von einer Pectenschale.
8. Gelbes Pigment aus Suberites flavus in Alkohol gelöst.
9. Chloroformlösung desselben Farbstoffes. Gelbbraune Flüssigkeit.
10. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst. Braun gefärbte Lösung.
11. Alkoholischer Auszug einer unbeschriebenen rothen Papillina-Speci (P. rubra *mihi*) aus der Adria um Triest.
12. Verdampfungsrückstand von 11 gelöst in Terpentinöl. Orangefarbig Lösung.
13. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst. Kirschrothe Flüssigkeit.
14. Gelber Farbstoff (Papillinofulvin) aus Papillina suberea in alk holischer Lösung.
15. Id. in Chloroform gelöst.
16. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst.
17. Alkoholische Lösung des gelben Pigmentes von Tethya Lyncureu
18. Id. gelöst in Chloroform. Rein gelbe Lösung.
19. Id. gelöst in Schwefelkohlenstoff.
20 Alkoholischer Auszug einer lehmfarbigen Esperia-Species aus d Adria.
21. Verdampfungsrückstand von 20 gelöst in Chloroform.
22. Alkoholischer Auszug von Myxilla fasciculata.
23. Alkoholischer Auszug von Clathria coralloïdes.
24. Verdampfungsrückstand von 23 in Schwefelkohlenstoff gelöst.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

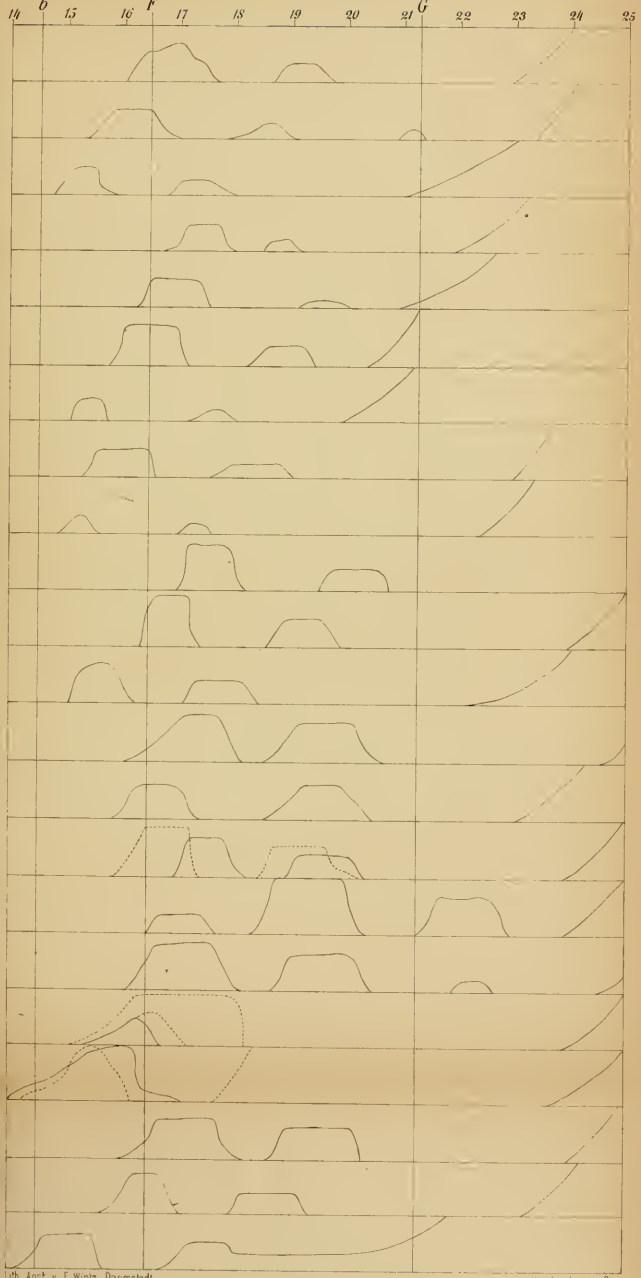
krukenberg fec

Carl Winter's Universitäts-Buchhandlung, Heidelberg

Tafel IX.

Spectren gelber und rother Vertebratenfarbstoffe.

1. Gelber ätherischer Auszug der Haut von Belone rostrata.
2. Verdampfungsrückstand desselben in Chloroform gelöst.
3. Id. gelöst in Schwefelkohlenstoff.
4. Alkoholische Lösung der Lipochrome aus der Haut von Scorpaena scrofa.
   Das der G-Linie am meisten genäherte Band trat in dieser Lösung sehr schwach hervor, und es dürfte aus diesem Grunde auch nicht ganz richtig eingetragen sein.
5. Id. in Aether gelöst.
6. Id. in Chloroform gelöst.
7. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst.
8. Die Lipochrome der Haut von Solea vulgaris in Chloroform gelöst.
9. Schwefelkohlenstofflösung derselben.
10. Gelber alkoholischer Auszug der Haut von Chamaeleon vulgaris.
11. Verdampfungsrückstand von 10 in Chloroform gelöst.
12. Id. gelöst in Schwefelkohlenstoff.
13. Auszug 10 nach dem Verseifen mit Petroläther aufgenommen und der Verdampfungsrückstand dieser Farbstofflösung in Alkohol gelöst.
    Da die Spectralbänder des alkoholischen Auszuges der Chamäleonhaut ein wenig mehr dem violetten Ende des Spectrums genähert lagen als die des Lacertofulvins aus der Eidechsenhaut, so unterwarf ich den Auszug der Verseifung und behandelte die Seifenlösung successive mit Petroläther und Aether. Das spectroskopische Verhalten der Farbstofflösung zeigte sich nach der Verseifung unverändert,und ich glaube um so mehr annehmen zu sollen, daß in der Chamäleonhaut das Pigment am wenigsten durch andere gelbe Farbstoffe verunreinigt ist, als nicht nur die Spectralbänder des alkoholischen Auszuges der Eidechsenhaut nach dem Verseifen dem violetten Ende des Spectrums näher gerückt waren, sondern sich spectroskopisch auch Anhaltspuncte boten, welche auf ein vergesellschaftetes Vorkommen von Lacertofulvin und Liphochrin in dem Fettgewebe wie in den Ovarien von Lacerta agilis schließen lassen.
14. Alkoholischer Auszug der orangenen Hautstellen von Bombinator igneus.
    Das Pigment ist mit dem orangenen Farbstoffe von Triton cristatus vollkommen identisch.
15. Zoofulvin aus den gelben und grünen Federn von Ptilopus speciosus in Alkohol oder Chloroform gelöst. Die punctirt gehaltenen Curven entsprechen den Absorptionsbändern im Spectrum letzterer Lösung.
16. Alkoholische Auskochung der gelben resp. grünen Federn von Chloronerpes aurulentus und Chrysoptilus punctigula. Viel Picofulvin neben wenig Coriosulfurin enthaltend.
17. Alkoholische Auskochung der grünen Federn von Chloronerpes Kirkii. Das Coriosulfurin überwiegt in dieser Lösung dem Picofulvin gegenüber.
18. Alkoholisches Absud der rothen Federn von Campophilus Malherbii und Colaptes rubricatus.



Lith. Anst v. F. Wintz, Darmstadt Krukenberg fec.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

19. Rhodophanartiger Farbstoff, gewonnen durch Verseifen der alkoholischen Auskochung der rothen Federn von Campophilus Malherbii, in Schwefelkohlenstoff und in verdünnter Natronlauge gelöst. Das Absorptionsband, welches das Spectrum der letzteren Lösung aufweist, ist auf der Zeichnung punctirt.
20. Dotterfarbstoff des Eies von Psittacus carolinensis gelöst in Alkohol. Grüngelbe Lösung.
21. Id. in Chloroform gelöst.
22. Id. in Schwefelkohlenstoff gelöst. Gelbbraune Lösung.

Geschlossen am 30. August 1882.

Inhalt der dritten Abtheilung.

Seite.

Die Pigmente, ihre Eigenschaften, ihre Genese und ihre Metamorphosen bei den wirbellosen Thieren. Erste Mittheilung . . 1

Ueber die farbigen Zersetzungsproducte des Chlorochromins, des grünen Pigmentes in den Eiern von Siphonostoma diplochaïtos *Otto* 6

Anhang. Andere lebhaft gefärbte Pigmente der Siphonostoma 16

Ueber die Floridine 22

a) Das röthliche Pigment in Zellen der Ectocyste bei Bugula neritina 23

b) Das Rosa der Hircinia variabilis 30

c) Die Floridine der Renieren 36

Ueber die melanotischen Verfärbungen der Uranidine . . . 41

Anhang. Ueber die Respirationsfermente 57

Ueber das Cyaneïn und das Asterocyanin 62

Beiträge zur Kenntniß der Actinienfarbstoffe 72

Ueber die Farbstoffe von Comatula mediterranea *Lam.* (Antedon rosaceus *Frém.*) 88

Zur Kenntniß der Verbreitung der Lipochrome im Thierreiche 92

Die Lipochrome der Spongien 108

Bemerkungen zu einigen neueren Aufsätzen vergleichend-physiologischen Inhalts 116

1. *A. Guillebeau* u. *B. Luchsinger*, Fortgesetzte Studien zu einer allgemeinen Physiologie der irritabeln Substanzen 116

2. *Metschnikoff, E.*, Zur Lehre über die intracelluläre Verdauung niederer Thiere. 123

3. *Nußbaum, M.*, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen 126

4. *Maly, R.*, Jahresbericht über d. Fortschritte der Thierchemie. 127

Die Farbstoffe der Federn. Vierte Mittheilung 128

Die Federfarbstoffe der Piciden 128

Das Dotterpigment in den Papageieneiern 136

Die Pigmente der Fischhaut. Zweite Mittheilung 138

Das grüne Pigment in den Knochen, Gräten und Schuppen von Belone rostrata 139

Erklärung der Spectralzeichnungen 144

Lith Anst v A Giltsch, Jena.

Pigments of Invertebrates (1st contrib.) p. 1
Color of feathers (4th Contrib. p. 128

VERGLEICHEND-PHYSIOLOGISCHE STUDIEN.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

VON

Dr. C. FR. W. KRUKENBERG.

ZWEITE REIHE.

DRITTE ABTHEILUNG.

MIT EINEM HOLZSCHNITT UND NEUN LITH. TAFELN.

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1882.

90.8

Diese Studien erscheinen in zwanglosen einzeln käuflichen Abtheilungen, deren fünf eine Reihe bilden.

Erschienen sind bereits:

I. Reihe. I. Abtheilung. Mit vier Holzschnitten und zwei Tafeln. *M.* 6. — Inhalt: Der Mechanismus des Chromatophorenspieles. — Ueber den Verdauungsmodus der Actinien. — Weitere Studien über die Verdauungsvorgänge bei Wirbellosen. — Vergleichend-toxicologische Untersuchungen als experimentelle Grundlage für eine Nerven- und Muskelphysiologie der Evertebraten. — Die Curarewirkung an den Raupen von Sphinx Euphorbiae. — Bedenken gegen einige aus neueren Untersuchungen über den Gaswechsel bei Fischen und bei Wirbellosen gezogene Schlußfolgerungen.

II. Abtheilung. Mit zwei lithographischen Tafeln. *M.* 4. — Ueber Unterschiede der chemischen Bestandtheile von Organen ähnlicher Function bei Vertretern verschiedener Thierclassen. — Entwickeln die Spongien Ozon? — Ueber Reservestoffe. — Ueber thierische Farbstoffe und deren physiologische Bedeutung. — Ueber die Vertheilung des Wassers, der organischen und anorganischen Verbindungen im Körper wirbelloser Thiere.

III. Abtheilung. Mit zehn Holzschnitten und einer Tafel. *M.* 6. — Der Schlag der Schwingplättchen bei Beroë ovatus. — Ueber die Mechanik des Farbenwechsels bei Chamæleon vulgaris, *Cuv.* — Vergleichend-physiologische Beiträge zur Kenntniß der Respirationsvorgänge bei wirbellosen Thieren. — Ueber die Curare- und Strychninwirkung an Turris digitalis, Aequorea Forskalea und Carmarina hastata. — Bemerkungen zu der *Eimer*'schen Ansicht über den Ortswechsel der Rippenquallen. — Der Herzschlag bei den Salpen. — Die pendelartigen Bewegungen des Fußes von Carinaria mediterranea — Ueber das Verhältniß der Leberpigmente zu den Blutfarbstoffen bei den Wirbellosen.

IV. Abtheilung. Mit vier lithographischen Tafeln. *M.* 5. — Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Luvarus imperialis *Raf.* — Einleitung. — I. Zur Anatomie und Histologie. Von Graf *Béla Haller.* — II. Das Auge. Von Dr. *E. Berger.* — III. Physiologisch-chemische Untersuchungen. Von *C. Fr. W. Krukenberg.*

V. Abtheilung. Mit einem Holzschnitt und drei Tafeln. *M.* 4. — Zur Kenntniß der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Erste Mittheilung. — Das Antheagrün. — Ueber einen blauen Farbstoff, welcher sich auf feucht gehaltenem Fibrin bildete. — Weitere Beiträge zum Verständniß und zur Geschichte der Blutfarbstoffe bei den wirbellosen Thieren. — Nachträge zu meinen vergleichend-physiologischen Untersuchungen über die Verdauungsvorgänge. — Die Farbstoffe der Federn. Erste Mittheilung.

II. Reihe. I. Abtheilung. Mit vier Holzschnitten. *M.* 6. — Inhalt: Der physiologische Vergleich. — Zur Kenntniß der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Zweite Mittheilung. — Beiträge einer Nervenphysiologie der Echinodermen. — Zur vergleichenden Physiologie der Lymphe, der Hydro- und Hämolymphe. — Zur Kritik der Schriften über eine sog. intracellulare Verdauung bei Cœlenteraten. — Weitere Untersuchungen zur vergleichenden Muskelchemie. — Totaler Albinismus bei Cucumaria Planci. — Die Farbstoffe der Federn. Zweite Mittheilung. — Ueber den Einfluß der Kohlensäure auf die Muskeln der Actinien und Medusen. — Kleinere Mittheilungen.

II. Abtheilung. Mit drei Holzschnitten und drei Tafeln. *M.* 5. — Die Farbstoffe der Federn. Dritte Mittheilung. — Die Hautfarbstoffe der Amphibien. Erste Mittheilung. — Die Farbstoffe in der Reptilienhaut. Erste Mittheilung. — Die Pigmente der Fischhaut. Erste Mittheilung — Rechtfertigung meiner Einwände gegen *Bizio's* vermeintliche Glykogennachweise bei wirbellosen Thieren. — Ueber das Helicorubin und die Leberpigmente von Helix pomatia. — Ueber das Bonelleïn und seine Derivate. — Untersuchungen der Fleischextracte von Schlangen und Crocodilen. — Kleinere Mittheilungen.

In **Carl Winter's** Universitätsbuchhandlung in **Heidelberg** sind soeben erschienen:

Untersuchungen aus dem physiologischen Institute der Universität Heidelberg. Herausgegeben von Dr. **W. Kühne,** o. ö. Professor der Physiologie und Director des physiologischen Instituts. **II. Band, 4 Heft.** Mit 2 Holzschnitten und 5 lithogr. Tafeln. gr. 8°. brosch. 7 M. 40 Pf.

Inhalt: Zur Verdauung bei den Fischen von C. Fr. W. Krukenberg. Ueber die Verdauungsvorgänge bei den Cephalopoden, Gastropoden und Lamellibranchiaten von C. Fr. W. Krukenberg. Notizen zur Literatur über die vergleichende Physiologie der Nutritionsprozesse von C. Fr. W. Krukenberg. Ueber die Entstehung von Hypoxanthin aus Eiweißstoffen von R. H. Chittenden Ph. B. (aus New-Haven. Conn. U.-S. A.) Zur Chemie der Descemet'schen Membran von H. F. A. Sasse, cand. med. aus Zaandam. Beiträge zur Histochemie des Sehepithels von R. H. Chittenden. Zum chemischen Verhalten des Sehpurpurs von W. C. Ayres. Beobachtungen über die Absonderung des Pankreas von W. Kühne und A. Th. Lea, mitgetheilt von W. Kühne. Bemerkungen zu Herrn Hoppe-Seyler's Darstellung der Optochemie von W. Kühne.

☞ Die übrigen Hefte dieses Bandes erschienen im Jahre 1878. Dieses Schlußheft konnte erst jetzt erscheinen und enthält zugleich Titel und Inhalt des II. Bandes.

— **Dieselben, — IV. Band, 3. Heft.** Mit 1 lithogr. Tafel. gr. 8°. brosch. 6 M.

Inhalt: Beiträge zur Optochemie von W. Kühne. Ueber die Verbreitung des Guanin, besonders über sein Vorkommen in der Haut von Amphibien, Reptilien und von Petromyzon fluviatilis von A. Ewald und C. Fr. W. Krukenberg. Ueber chemische Reizungen, nach Versuchen von stud. med. Curt Jani, mitgetheilt von W. Kühne. Ueber secundäre Wirkung vom Herzen auf Muskeln von Dr. R. J. Anderson aus Belfort. Beobachtungen zur Anatomie und Physiologie der Retina von W. Kühne.

Ueber einen Fall von allgemeiner Anästhesie. Von Dr. **Georg Winter.** gr. 8°. brosch. 80 Pf.

Aus der Molekularwelt. 2. Abdruck. gr. 8°. brosch. 2 M. 80 Pf.

☞ Der erste Abdruck dieser an einen berühmten Chemiker von einem Fachgenossen als eine Festgabe gerichteten Schrift war als Manuscript gedruckt und kam nicht in den Handel. Auf vielseitiges Verlangen wird dieselbe nun auch dem größeren chemischen Publikum zugänglich gemacht. Sie legt eine Anzahl wichtigster chemischer und physikalisch-chemischer Lehren und Tagesfragen in eigenthümlich fesselnder und humoristisch-kritischer Weise dar und wird bei Allen Anklang finden, welche für den jetzigen Zustand der theoretischen Chemie Interesse haben.

Die Lehre von den chemischen Fermenten oder Enzymologie. Auf Grund von vorhandenen und eigenen Versuchen bearbeitet von Dr. **Adolf Mayer,** Professor und Vorstand der holl. Reichsversuchsstation in Wageningen. gr. 8°. brosch. 4 M.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

F. J. E. & Co.
APR. 1943
BINDERS